

年

卷

期

7

4

第

第

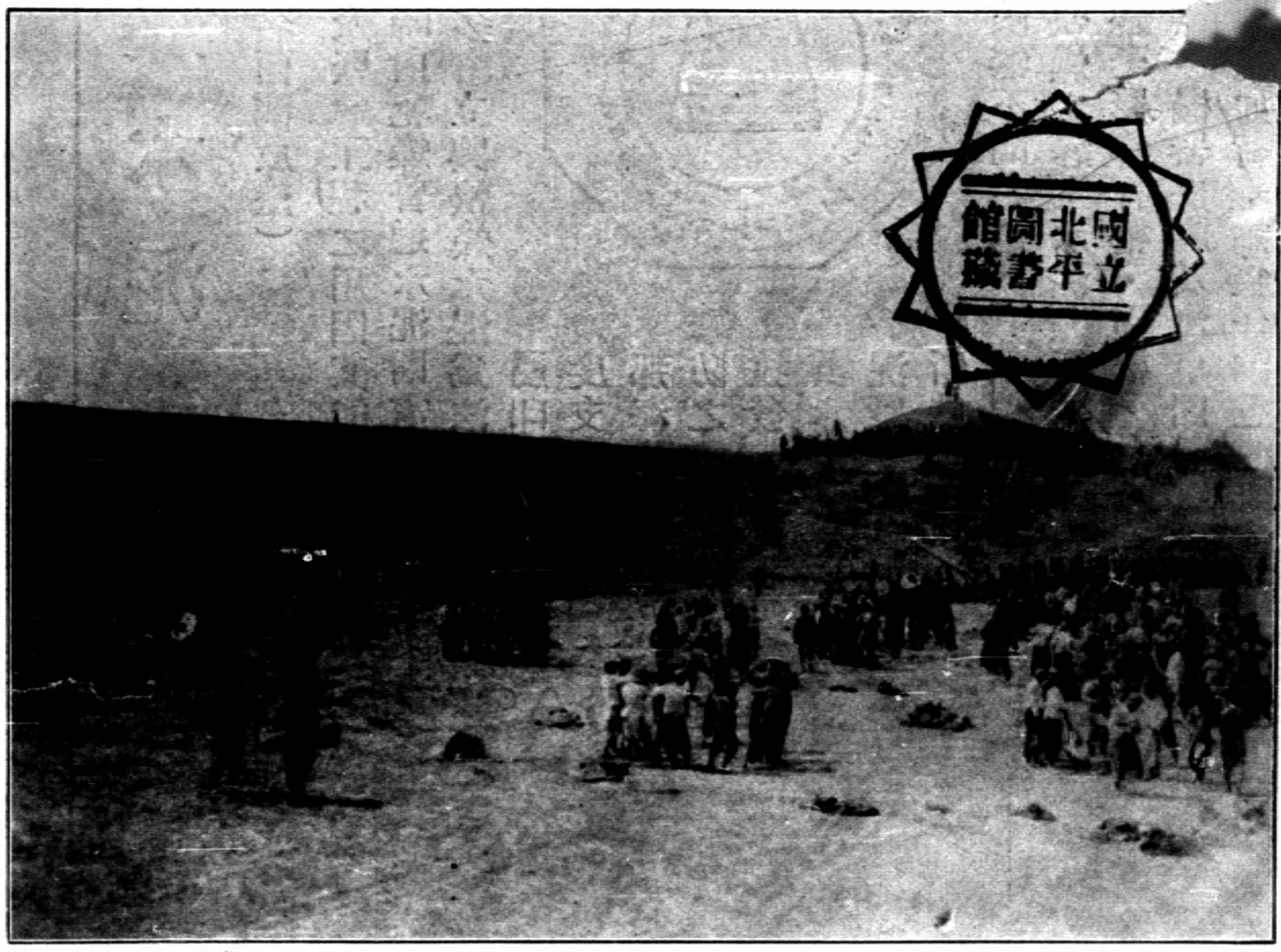
皮原斯一廿

583

二十一年十二月一日

工 程

中國工程師學會會刊



江北運河來聖菴缺口之堵閉(參看本號堤工管理述要)

本號要目

武漢跨江鐵橋計劃
 二十世紀水工模型試
 驗之進步

廣州中山紀念堂工
 二十年長江救災
 概要

上海北京

路第二號

立興洋行

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 拉發 其水 泥廠 所特

製世界各國無不聞名

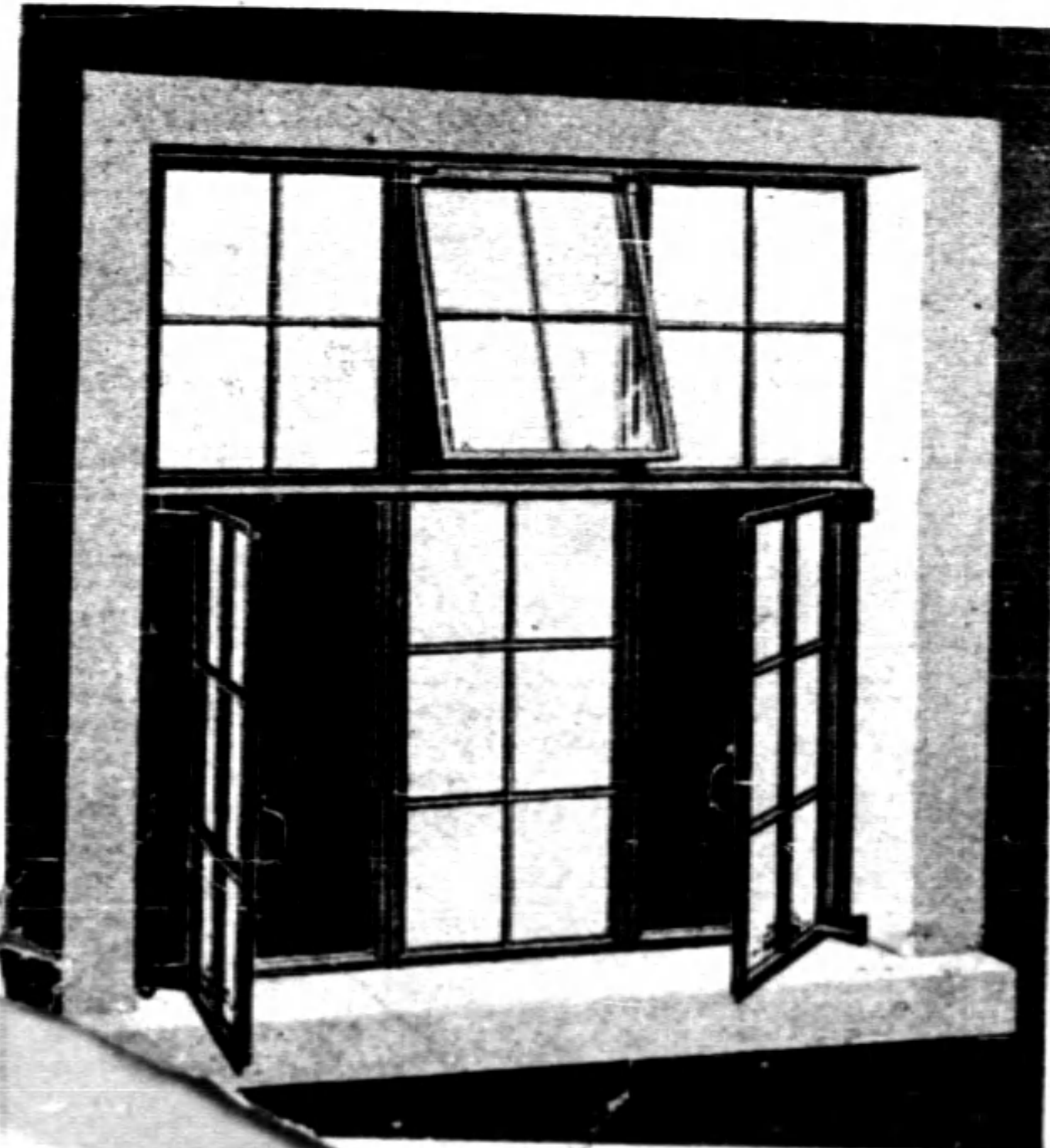
為最佳最快燥之礬土水泥雖海水

受襲決無絲毫影響打樁·造橋·

碼頁 機器底脚及汽車間

如荷垂詢無任歡迎

東 方 鋼 窗 公 司 ASIA STEEL SASH CO.



發行所

南京路大陸商場六二五號
電話九另六五另號

製造廠

電話五另
華德路遼陽

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)
鄭肇經 (水利)
許應期 (電氣)
沈熊慶 (化工)

總編輯：沈怡

總務：徐學禹

編輯：
朱其清 (無線電)
周厚坤 (機械)
錢昌祚 (飛機)
李叙叙 (礦冶)
黃燧 (紡織)
宋學勤 (校對)

第七卷第四號目錄

編輯者言 343

論著

- 武漢跨江鐵橋計劃 李文驥 345
二十世紀水工模型試驗之進步 鄭肇經 383
十進制 美國蕭露士 401
廣州中山紀念堂施工實況 崔蔚芬 414
中國所需要於工程者(續) 美國華台爾 430
無空氣射油提土機關之新學說 張可治 447
堤工管理述要 李崇德 463

附錄

- 二十年長江救災工作概要 475
祝中國工程師學會 大公報 481

中國工程師學會發行

總會地址：上海南京路大陸商場五樓 542 號
電話：92582
本刊價目：每冊三角全年四冊定價一元
郵費：本埠每冊二分外埠五分國外三角六分

分售處：上海河南路商務印書館，
上海河南路民智書局上海四門東新書局
上海徐家匯蘇新書社南京中央大學
廣州永漢北路圖書消費社上海生活週刊社

本刊緊要啓事(一)

本刊數載以來，諸賴各會員之贊助，及各界之愛護，得以推行全國，銷路日增，本刊同人，與有榮幸。茲因稿件擁擠，原定每年四期，不敷登載。爰經本會第六次執董聯席會議議決，自八卷一號起，改爲全年六期，每兩個月出版一次。並加大篇幅，力求進步，以副社會之期望。區區微忱，尚希 讀者諸君垂察，時予匡襄，毋任盼幸。第八卷第一號爲年會論文專號，準於二十二年二月一日出版，合併附告。

本刊緊要啓事(二)

二十一年度本刊總編輯，現經第六次執董聯席會議議決，仍聘本會會員工學博士沈君怡先生繼續擔任。并因目前本刊事務日益增繁，議決添設出版部，聘本會會員柴志明先生爲總經理。嗣後如有關於在本刊登載廣告，推銷及發行等事，統乞與柴君接洽爲荷。本刊編輯部及出版部通訊處，均爲上海南京路大陸商場五樓五四二號本會，電話九二五八二號。

本刊啓事(三)

茲將本刊第七卷全卷文字，分別科類，編印活頁總目，隨第四號附送。讀者如欲將全卷彙訂，可將是項總目加訂第一號正文之前，以便檢閱。

編輯者言

本刊第一卷第一號於民國十四年三月問世，距第七卷第四號之發行，爲時蓋七年九個月矣！此七年來承歷任總編輯之慘淡經營，與會內外同人之努力贊助，內容既日見充實，銷數亦由數百而增至三千，進步不可謂不速。但全年祇出四期，每三個月發行一次，爲期過長，殊無以饜讀者之望，卽本會會員，亦莫不以此爲言。甚或工程界發生一事，本會同人以工程師之立場，本應貢其一得之愚，但因會刊每三月始出版一次，雖欲表示其意見而無由。上年南京年會時，卽有會員李君書田等改季刊爲月刊之提議，而本刊歷任總編輯，亦已一再宣告其改進計劃。黃炎君任本刊總編輯時，並規定步驟；如第一步由季刊改爲二月刊，第二步再由二月刊改爲月刊，以期各方兼顧，用意至善。編者謬荷董事部之委托，自第七卷起擔任總編輯，已一年於茲。竊不自量，頗願逐步完成此項改進之計劃。所幸改季刊爲二月刊一事，已於本會第六次執董聯席會議通過，第八卷起卽可實行。深望本會同人共念此事關係會刊今後發展之重大，充分予以事實上之贊助，如撰寄稿件，或介紹訂閱，或代徵廣告，在諸君可謂一舉手之勞，而本刊之拜賜良多矣。

本期文字有李文驥君之武漢跨江鐵橋計劃，堪稱鉅製。近來限期完成粵漢鐵路之說，時有所聞。良以此路關係交通國防，異常重要，必須急起直追，早日完成。而粵漢路告成以後，如何跨江築橋，與北之平漢路接通，此問題可謂有同等重要。李君於疊次計劃，皆

躬親參預，故此文非同一般空泛之計劃，且大可為日後實施時之參考也。上期附錄有李宜之先生一文，內述冀魯豫三省委托德國治河專家恩格司教授，作治導黃河試驗經過甚詳。本期鄭君肇經特撰二十世紀水工模型試驗之進步一文，以說明此項試驗之價值，甚望國內從事河工者之加以注意焉！蕭靄士君所作之十進制，係一切合實用之作，凡在鐵路界服務者，尤不可不讀。廣州中山紀念堂施工實況，作者崔蔚芬君，督造該堂工程，自始至終，故其全文，字字均係經驗之談。華台爾博士一文，係續上期本刊。雖全文稍長，然可作他山之石者，正不在少處。其在工程教育一章中，對於中國教授之缺少責任心，及學生之無理顧問學校行政，深致不滿，尤非無的放矢可比，深願讀者能平心靜氣而卒讀之。張可治君所著無空氣射油提士機關之新學說，為本期關於機械方面之唯一論文，其餘幾全體為土木工程之文字。編者於每次集稿時，未嘗不力自留意，勿使文字有所偏重。但其結果，則因編者本人習土木，故特約之稿，土木自較其他為多。不特此也，甚且自由投寄之稿，亦大都側重土木。編者深願趁此機會，以十二分之誠意，徵求其他各科工程同志之惠賜稿件，庶幾勿因編者一人之故，而使會刊有倚輕倚重之弊。李崇德君之堤工管理述要，係本其個人此次參加工賑之經驗，為懲前毖後之謀，頗具見地。附錄欄內之二十年長江救災工作概要，係採自國民政府救濟水災委員會之報告書。篇末更附大公報於本年本會在天津舉行年會時之祝辭，語重心長，願我工程界同人毋負社會上此種殷切之期望也可！

武漢跨江鐵橋計劃

李文驥

一 緒論

武漢三鎮處我國腹部，爲南北交通之樞紐。商務興盛，人口繁殖，與滬粵津相比擬；而長江漢水橫亘其間，城市交通，鐵路運輸均受莫大之障礙。三十年來，識時之士，恆思跨江建橋以便往來，徒以工艱費巨，遲疑未決。近年粵漢鐵路株韶段積極進行，據最近分段建築程序，至遲於民國廿四年可以完工。而武漢跨江橋梁工程浩大，非三四年不能蕙事，若不先事籌備，則南北大幹綫完成之後，仍復中隔大江，平粵列車，不能直達，且此處江流又不利舟渡，妨礙交通，寧非淺鮮。是此橋之建築計劃，不容緩也。民國二年北京大學教授米婁 Professor Georg Müller 曾率該校畢業生作武漢紀念橋之計劃及實地測量。民國十八年鐵道部工程顧問華特爾博士 Dr. J. A. L. Waddell 又作此項橋梁計劃。文驥於前後兩次計劃及測量，均獲躬與其列，於當地形勢及建橋地址之選擇，知之頗詳。用特將兩次計劃之大略，及經過之事實，依次彙編，以供海內外專家之參考；且以備當局之採擇焉。

二 隧道及輪渡計劃與橋梁之比較

武漢渡江問題，頗有人主張修築江底隧道，以爲比較築橋可省工費。殊不知長江深度在最高水平時約四十公尺。而隧道口位

置，又須在最高水平一公尺之上。隧道坡度縱以百份之二計，亦非延長數公里不可。（若用電力機車，則坡度可較大；惟設備費又須增加不少。且坡度既大，於運輸上終不便利。）且須修築複線，以便兩方面之交通。或以二道分隔，一為鐵路交通，一為街市交通，以免汽機煙氣有妨行人。道幅既廣，且須洞穿堅石。所費不貲，概可想見。他如洩水須用連續抽水機，通空氣須用電力，以及裝設電燈及安全設備，種種佈置，實較築橋為尤費。而况火車出軌，電機損壞，洞壁破裂，江水浸入，危險堪虞。故隧道建築費縱不至較橋梁為巨，而管理費則必過之無疑。由是觀之，修築隧道之說，實無足取。

又有一種計劃，建築一低平之橋。中間主要梁作開合式，以便大輪船之通過。此種計劃，固可省橋墩一部份之費，而其障礙實多，且又危險。如橋下船隻橋上車馬之交通，不能雙方並進，必待一方經過，然後其他一方可以通行。其不便之處，久居天津者，類能言之。况長江中流水急，帆船上駛，必須傍岸而行。若開合梁祇在江之中央，則帆船航行，障礙殊甚。若兩旁亦作開合梁，則建築管理之費，亦必增多。且用開合式之梁，橋孔不能太寬。（至多不過八十或一百公尺）橋孔既狹，則橋墩之障礙，益增湍流漩渦，更多危險。一經損壞，須行修理，則斷絕交通，動輒數月。有此種種不宜，而所省橋墩之費，亦復有限。則低橋之說，亦不足研究。

更有主張修築鐵路輪渡 Train Ferry 直駁火車以渡江者。是說於本問題，未能完全解決。緣武漢橋梁之重要，不僅在鐵路運輸。武漢三鎮之城市交通，實占一大部份。鐵路輪渡之用，只能解決鐵路運輸，而於三鎮交通未能兼顧。且吾國國道省道，日漸發達，則渡江問題，尤非橋梁不能解決。况漢口附近江水高低相差五十餘英尺，比之京浦間之水位高低（二十四英尺）兩倍有幾。故輪渡工程，亦必倍加繁重。查京浦間現在建築中之鐵路輪渡，預算約需國幣四百萬元。今武漢間長江水位高低差度，既兩倍於京浦間之差度，則輪渡引橋之長度，在京浦間既為兩岸各六百英尺，在武漢則須一千

二百英尺。且引橋升降之高度亦倍於京浦，則橋柱高度及種種設備費必須比例增加。故建築費所需當倍於京浦。既費此巨款，而鐵路運輸日漸發達，仍恐不敷用，則曷不建築橋梁，以爲一勞永逸之計。是建築輪渡之說，又何取焉。

三 橋梁位置之選擇

以上三種計劃既不適宜，則根據各種原因，應事實之需要，當以選擇適宜地點建築高橋，俾不礙航路爲最上之策。查武漢三鎮交通，由漢口經漢陽以達武昌，爲最適宜之大幹線。故跨江建橋，當在漢水上游武昌漢陽之間。若不由是，則不能收聯絡三鎮之效。民國二年北京大學之計劃，及民十八年鐵道部之計劃，均於武昌漢陽間選定橋梁之位置。誠以此處建橋渡江，其便利之處，約有數端：三鎮交通，經由此處，其勢至順，一也。江面最狹，工料可省，二也。江底地質堅實可靠，三也。兩岸山勢，可利用爲路基，四也。往來上海漢口間之大輪船，均停於橋址之下游，故航路之障礙較少，五也。有此五種原因。故橋址宜在武昌漢陽間，可爲定論。

四 北京大學之紀念橋計劃

甲 大致情形及其需要

(一) 路線。(參觀第一圖)路線自平漢路大智門玉帶門兩車站之間起點，經二公里之沃田，洞城垣，(按此計劃作於民國二年，昔之所謂沃田，今已開闢馬路成街市，城垣亦已拆除。)貫漢鎮西南部，與漢水相交成正角，渡河過兵工廠後湖之間，路線轉爲三百公尺半徑之弧，與龜山相接。峭壁臨江，屏開兩岸，即藉此天然形勢，加以實地測量，而定適宜之路線。使橋身就江面最狹之點，與江流最激之方向相交成正角而渡。直入武昌漢陽門，繞黃鵠山之北，出賓陽門，折而南，以接粵漢線。此外附修便道 Approach，爲三鎮交通

捷徑。其大站，一擬設武昌城外，一設新路線起點與第一公里標識之間。漢陽駐站，則於第四公里標識附近設之。

(二)交通之類別及橋之容量。交通類別分爲鐵路交通及街市交通二種：

甲. 鐵路交通

(1)橋面敷設鐵路，以便火車交通。現時暫設單軌，即足供每日來往約十二列車之用。但粵漢線告成之後，商務既盛，橋身又長，則須改爲雙軌，方足應付。

(2)橋面敷設狹軌(一公尺)或常軌電車路一二線，以便三鎮之街市交通。街道若窄，則用狹軌電車較便，且可省橋面之地位。

乙. 街市交通。

(3)橋面敷設馬路，以便車馬及行人之負載者來往。路之寬廣，以能容兩車來往。(每車二公尺至二公尺半)更留餘隙以備兩車交錯之用爲度。至於電車及自動汽車及一切車輛，皆不得在橋上停留。

(4)橋面敷設便道於兩側，各寬二公尺至二公尺半，以便行人徒步往來。

按照今日情形，以定將來交通上之需要，誠屬大難，若通籌現在與將來之需要，預爲之地，以爲日後開拓之用，縱能預測三十年後之情形，亦不能視爲易事。照通常計劃而言。鐵路交通與街市交通，最好能完全隔絕，以免車輛相撞之險，及車聲煙氣驚擾人畜等事。至於鐵路兩軌中線相隔須三公尺半。

(三)鐵路及道路之坡度。鐵路最急之坡，不得過百份之一。電車路不得過三十份之一。尋常車馬之路不得過二十份之一。行人便路若距離不甚長，則用十二份之一坡，亦不爲過急。

(四)橋重及動荷重 (Weights & Live load.)茲以橋重及動荷二者先爲普通橋梁設計。如更求精確之規劃，則機關車及車輛之類別，與橋梁及橋底力量 Strength of the trusses & floor system 之關係，以及破

裂應力 *Breaking Stresses*, 寒熱之極度 *Limits of Temperature*, 皆須注意。其汽轆與極重之車輛, 亦當定一限制, 良以鋼鐵建築之重量極關重要也。

(五)取材。鋼鐵用中國或外國工廠所製者, 實行建築之前, 且不必定。惟橋底 *Floor System* 可用尋常熟鐵。橋梁 *truss* 則需用上品純鋼。如用鑲鋼尤佳, 最上洋灰, 中國洋灰廠亦足給用, 至龜蛇二山所產之石, 能否合製凝石之用, 與夫工程所需之木材與沙, 可否以廉價取得, 今日預計亦可姑置弗論。

(六)容受壓力。 (*Admissible pressure*) 容受壓力一事, 在未作詳細計劃之先, 所弗能定, 因此事與材料品質, 橋梁分配受力之情形, 以及選定橋孔之寬狹等皆有關係也。至基礎之深淺, 亦須先驗江底石性, 然後能定。

(七)長江水性。江水水位最高之時為七八九三月; 最低則在一二月之間。一八七〇年之水位, 係有記載以來, 洪水之最高度。(按一九三一年之洪水, 尚比一八七〇年高一公尺。) 今假定水平準線 *Datum Line* 在尋常低水平三十公尺之下, 以免記數有負號, 則得以下之記錄:

河底最低處	+15.00	公尺
尋常低水平	+30.00	公尺
尋常高水平	+42.40	公尺
極高水平	+45.50	公尺

漢口附近江流速率, 每屆冬令, 一秒鐘 0.5—0.77 公尺。夏令, 一秒鐘 1.55—2.32 公尺。江水氾濫之時, 一秒鐘 2.57—2.83 公尺。

又據一江流漲落日記所載, 一九〇二年驗得最低水平尚在零點之下一英尺二寸, 實已低過灘平四十八英尺。(合 14.63 公尺)。一八七〇年最高之水, 則在〇點上五十英尺六寸。(合 15. 公尺。按一九三一年最高水平, 達五十三英尺六寸。) 水面若在三十八英尺, (合 11.60 公尺) 即將洋溢兩岸。水面在四十英尺, 則附近窪地盡成澤

國。當此之時，非習知地方情形者，不能駛船也。江面寬約一千公尺。其最深處距武昌岸三百三十公尺有奇。（按一九三〇年實地鑽探之結果，最深處祇距武昌岸約六百英尺。惟北大之計劃作於一九一三年，則十餘年間，江流變遷亦未可定。）是處江流最急，而又崎嶇不平，故多漩渦，夏季尤甚。所幸嚴冬不凍。江底石質洗濯淨潔。僅細縫微隙，塞有白沙泥土而已。橋址上游水性極平。與漢口附近漢水入江後之情形大不相同。

（八）長江航業。長江上下船隻，種類甚多。由小木船而至大海船，應有盡有。據輪船公司之報告，橋須淨高三十公尺，始可無礙。航行淨寬以一百二十公尺為最小之數。然後船行急流，或有不測，舵工瞻望形勢，始得分明。故主要橋孔之寬度，即根據於此。其餘橋孔，則依他項商榷而定。

乙 工程之設計

（一）跨江築橋以聯接平漢粵漢鐵路及武漢三鎮交通，首宜注意以下各點：

路堤路塹及沿山邊等工程之建築，須因經濟狀況而定其長短。若至修築路堤不能適宜之處，或費用過大，則宜用便橋 Approach Girder以代之。欲求計劃單簡，可用等長之梁。（以四十公尺至八十公尺為最相宜。）又因建築地基牢固可靠，宜用三橋孔為一組之連續梁，使增加其任重之力量。故主要橋梁兩旁各梁之數，須為三之倍數。每三梁自成一組。每第三橋柱尤須牢固。

主要橋孔之間，實為上下航行之要道，工程構造之中心。况復逼近武昌，為革命紀念之建築。故必務求壯麗，巍然矗立，雖相隔寥遠，可望見之。導三鎮之交通於橋之兩岸，則宜用坡度較急之道路。以憑藉兩岸山勢而建築，最為適宜。

其他道路溝渠在路堤之下橫過幹線者，可稍改其道，使經橋梁之下。若在路堤平面經過者，酌量改低，亦甚易事。

（二）橋身界於兩岸路基之間，其各孔之寬度如何，須斟酌下列

各點而規定之：

欲求最廉之計劃，務使橋梁之價值與橋基橋柱二者之價值略相等。雖橋基柱之高深不一，此例於尋常深淺均適用之。橋之長度，及橋孔之寬窄，又須因當地之航業情形，及其需要而定。按之水性，橋墩築成之後，江流漸逼。水勢必加，故計劃橋身，須有抵禦此增加之力。

水面雖時有高下之不同，而橋身露於水面上之部份，其高與闊，應有一適宜之比例以美觀瞻，即於適中水平上，使高與闊略相等，而成正方為宜。

(三)橋式之設計 依上述各節之理由，選定橋式三種(或為懸臂式梁 Cantilever beams. 或為連續式梁 Continuous beams)：第一種橋式之主要梁，長一百二十公尺。上下弦平行。有二活動樞紐之柱。此柱從橫面視之，係一橫架，有兩三角架，牢結於橋梁兩端及基柱之間。此橋式主要部份之全體，望之似成二百四十公尺之大梁，而兩活動樞紐細弱之柱不過略為分隔之者。此種橋柱利益有二：不為江中瞭望之障礙一也。保持其最深基礎之橋脚使不受橫來之壓力二也。此橋式之方形，及其均勻之斜角線，極清晰而單簡。且按之以前所述種種需要，無所不備。以美觀論，亦莫可訾議。工精費省之計劃，當無逾於此。不寧惟是。此種計劃之橋式，較他式為尤佳者，以能稍事變更，即可於橋面六公尺上建二層路 Second Floor。此種佈置，當研究橫剖面時，或可知其相宜。此計劃於第三圖表明之。

第二種橋式之主要梁，為二百公尺。梁之上弦係曲線式。主要梁之兩旁用鋼柱。其外觀更美，而建築費自較第一種橋式為多。(參觀第四圖)

第三種橋式之主要梁為二百五十公尺，形同懸橋 Suspension Bridge觀瞻固極壯麗，而所費則亦不貲。當局若不惜巨資，築此橋以為革命紀念，則此種式樣當為唯一之選。主要梁兩旁之小梁，應用版梁 Plate Girder，抑用格梁 Latticed Girder，尚須再事研究。不過版梁

單簡平正，而橋孔寬逾四十公尺，則版梁過重不復適用。然上下弦平行而具交錯平行角線之梁亦僅於四十至八十公尺之橋孔適用之。此橋梁之高度必使恰可容路二層，一在底弦，一在頂弦（參觀第三圖。）

每第三橋脚須建築特強之石墩以傳達橋梁之平施壓力於江底。且使全橋形式不至過於單純，藉以點綴風景。

(四)橋梁基礎。 基礎實含三段。下段建築，先以堅固之混凝土，或混凝土袋，鋪於江底，以齊其高下不平之度。施此工作時，用潛水函 Diving Bell 最佳。或遣善泅者爲之亦可。橋基中段即敷於此，其高當在低水平上二公尺至三公尺。可以大塊混凝土築之。否則可用空心鐵筋混凝土於岸上築成。俟小水時引於應置之處而沉之。但此兩法在工事之先，尙未能定其孰佳。第三段位置，露於低水平與最高水平之間。在淺水時期建築，殊非難事。附圖第三幅內有基礎之大致計劃。係每底以一柱承者。至於能否以一大柱代二單柱，則應研究者也。

(五)橋面鋪砌。 建築巨橋選用橋面鋪砌料，亦爲重要問題。雙層木板建築，費雖輕而外觀不雅，且須歲修。新式橋梁多用小方石塊，厚僅八公分，鋪於二公分之混凝土上。其下特鋪瀝青或同類物質一層，以免橋底橫梁 cross beam 及縱梁 Stringers 受路面之水浸入，以上全體以四公分厚之混凝土承之。其下復承以鐵枕 Zores iron。此種敷設，其質雖重，而堅固合宜，故爲工程界所許可。

(六)橋面布置（於第三圖內之三種剖面表明之）。

(A種) 鐵路線與電車路線各在橋面之一邊，中留餘地以爲尋常車馬交通之用，此爲最廉之設計。惟嫌稍狹，恐不敷用。

(B種) 單軌鐵路線居中。兩旁各設電車路及道路。設柵欄於鐵路與道路之間，以分隔上下車輛之往來。其橫過鐵路者須遵確定之地點。惟如此長橋，單線鐵路是否足用，且鐵路交通與道路交通，可否完全隔絕，尙待研究。

(C種)建二層路於鐵路之上,專為街市交通。使鐵路與道路運輸兩不相妨,至為便利。惟道路車輛須升高六公尺,此為不利之點。然較之A B兩種,實為完善。牲畜無列車之驚,行人無煙塵之擾,穿行無意外之虞。且此種雙層橋面之計劃,較之鐵路道路同在一平面者,尤為工堅而費省也。

(七)預算以上各種設計之費用,頗為繁難。假定荷重及容受壓力,固能預算材料之數量。但材料價值與工資雖可暫定,而事勢轉移,時有漲落。今日之預算,數年之後已難適用。且地方情形及連帶關係之事物,須周諮博訪,方能詳盡,預算靡遺,其所需之時日,或更有甚於橋工之設計也。茲可斷言者,如圖第三幅建築二層路之辦法,已由近世橋工實驗認為最上之式。此種計劃,據現在而論,所需建築費或不能超過一千四百萬也。

按此計劃作于二十年前,當時所謂最新法式,今已不盡然。惟當時注意在武漢三鎮革命首義之區建巨橋以垂紀念,故所擬圖樣兼重美觀,不僅求便利交通撙節經費而已。末段謂建築二層路計劃,不能超過一千四百萬元,係當時之約計。在今日經濟狀況而論,或不止此數。

五 鐵道部之計劃及預算

本計劃共分三種:

(1) 揚子江橋之位置,在武昌黃鶴樓上首與漢陽城東北隅之間。橋之總長四千零十英尺。此地點之選擇,係因聯絡平漢粵漢兩鐵路而外武漢三鎮交通由此最便。且武昌與漢陽間,江面最狹,江底地質又最適宜,兩岸山勢復可利用以作路基。不獨此也,來往長江下游較大之輪船均停泊於此橋址之下游。僅較小之輪船始經過此橋而上駛。故航路之障礙較少。有此數種原因,揚子江橋之位置,遂以決定。

(2) 漢水鐵路橋位置在橋口上艾家嘴碼頭附近。橋長七百三十英尺。此位置之選擇,係欲避免鐵路線經過漢口繁盛區域起見。

Government Ministry
of Engineering
Civil Engineering Department

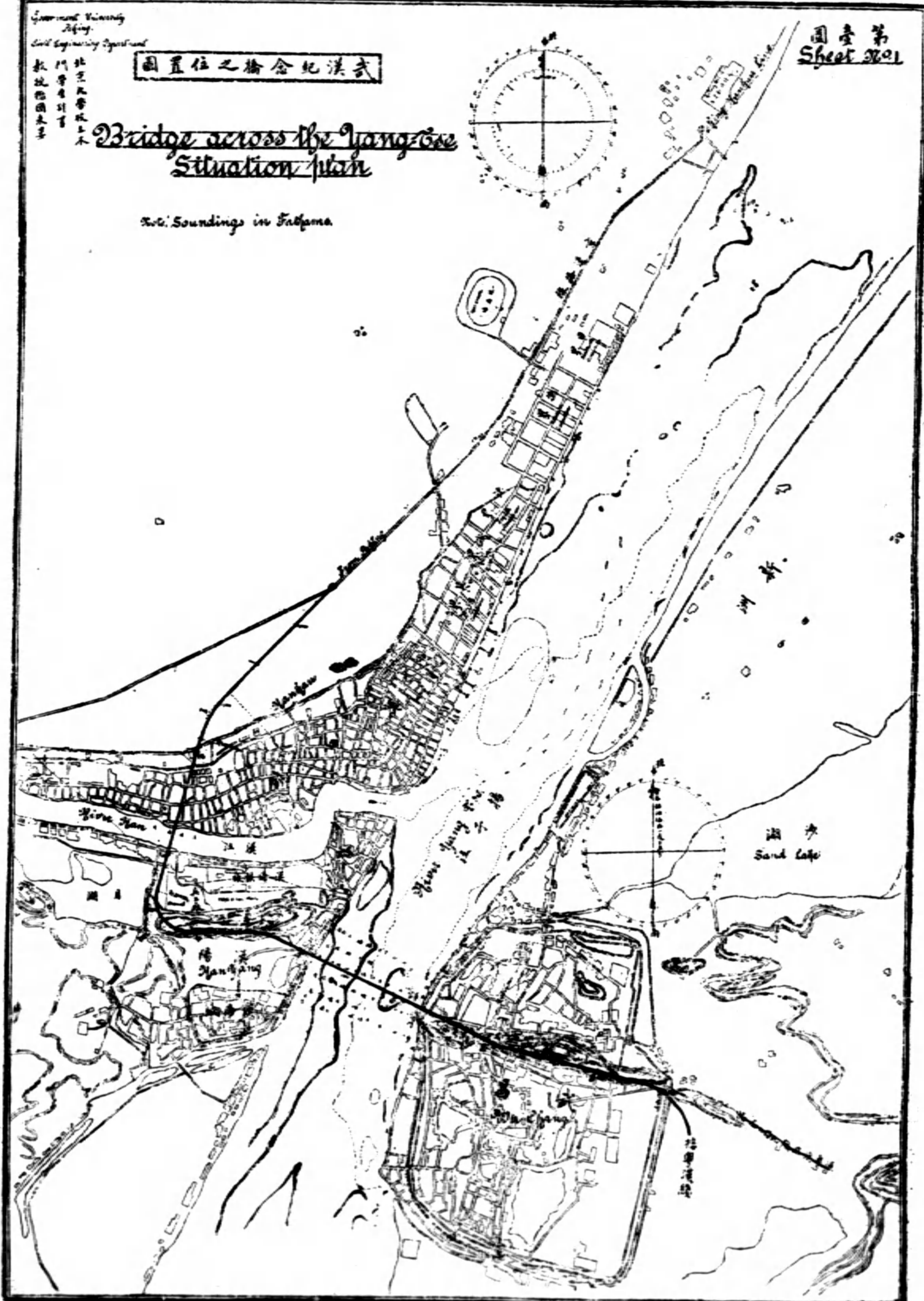
北平工務局
工程司
設計
張國才

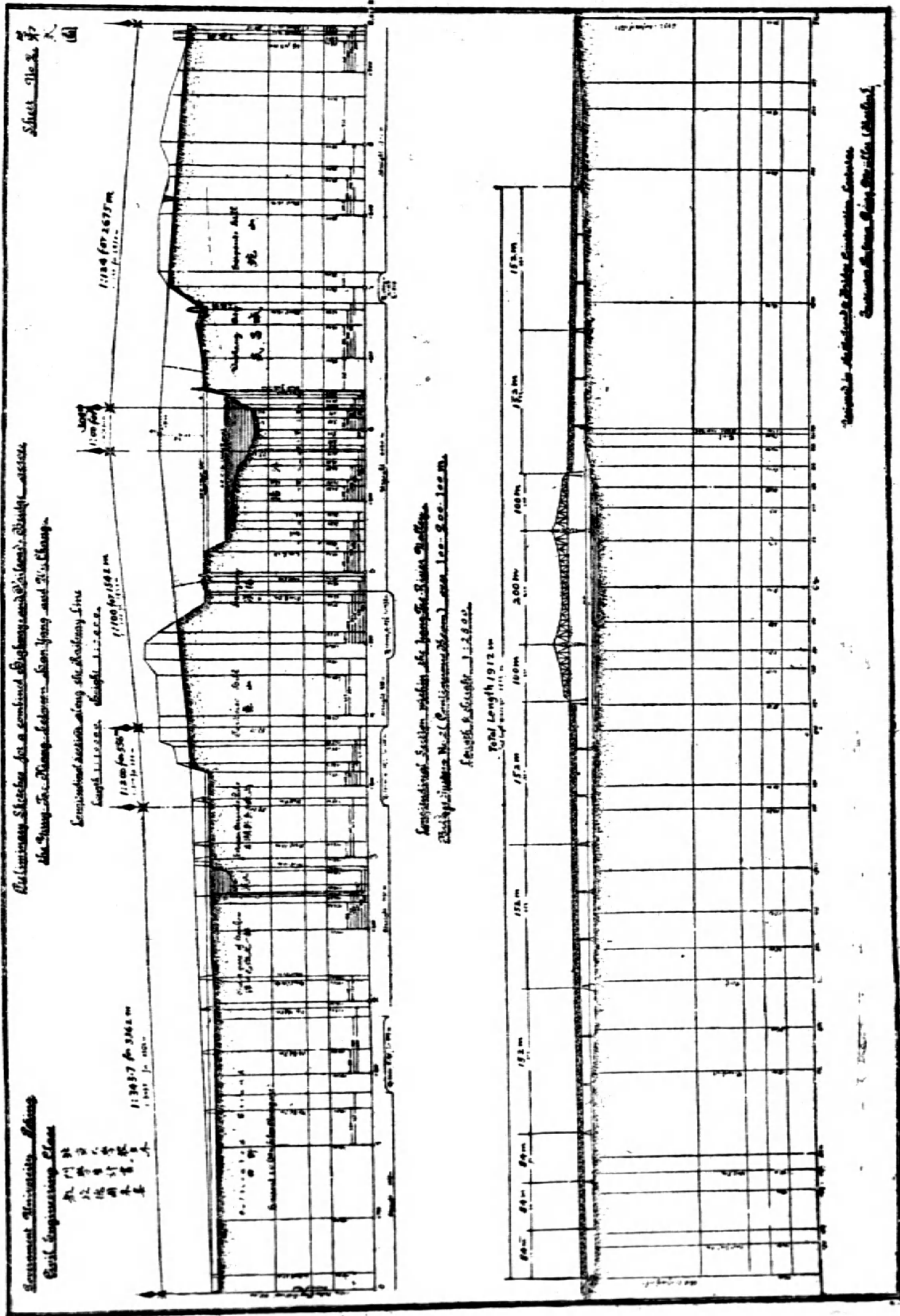
圖置位之橋念紀漢武

Bridge across the Yangtze Situation plan

S.W. Soundings in Fathoms

圖臺第
Sheet 301





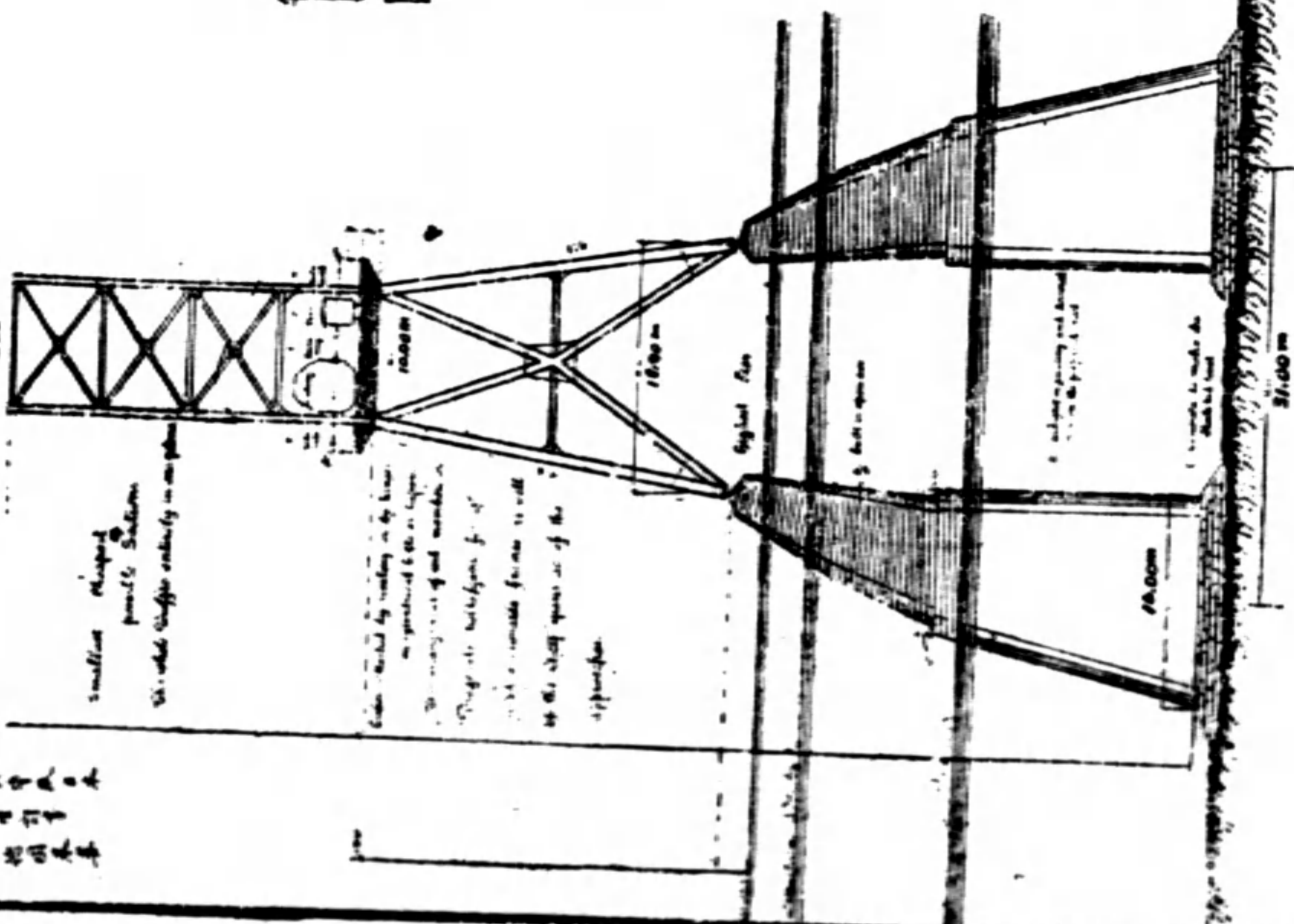
Bridge across the Yang-Tze between Han-afang and Wu-Chang

Measurement by Mr. W. H. ...

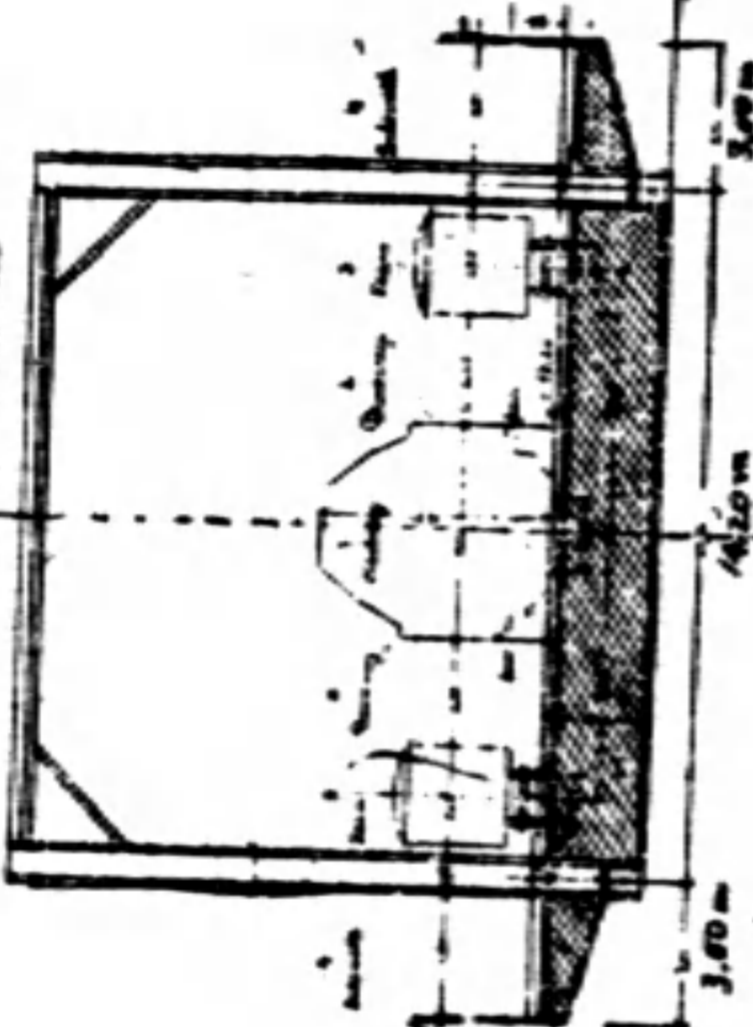
Chief Engineer ...

設計
繪圖
監工

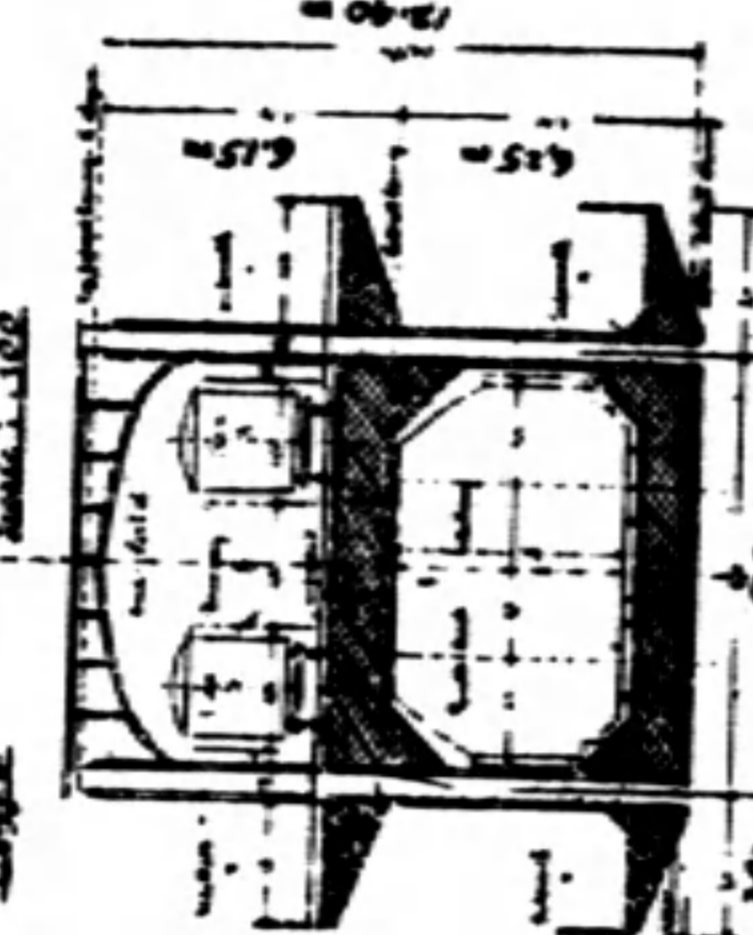
Small tower ...



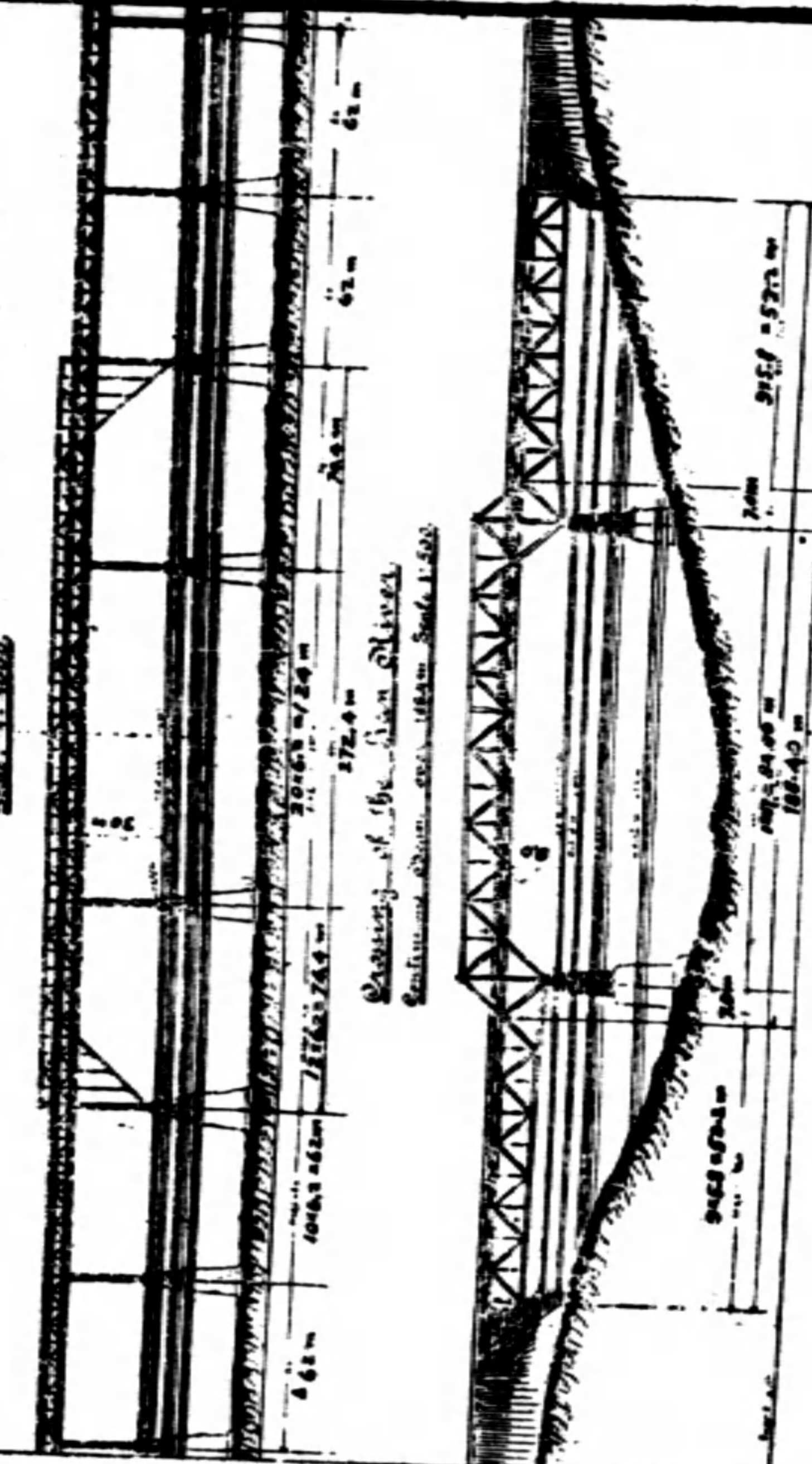
30m section with ...



Section for ...



General Arrangement of the Three Systems of a Double-Deck Bridge according to Section C



Designed with ...

Government Ministry of Engineering

Railway Engineering Class

教門部
技師
技師
技師
技師

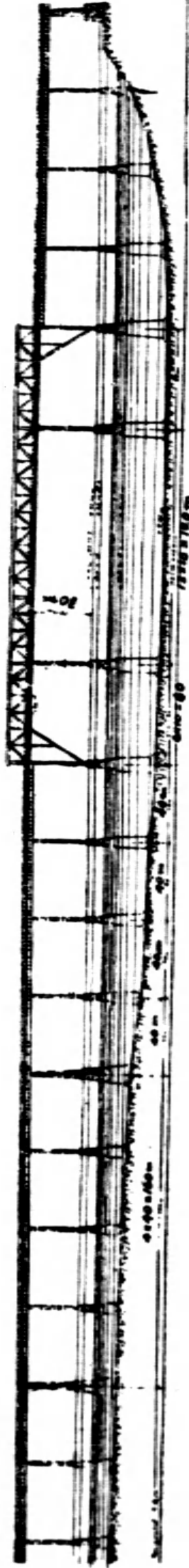
Bridge across the Yangtze between Han Yang & Wuchang.

Preliminary Sketches as proposed for the system of Chief Span. Scale 1:1000.

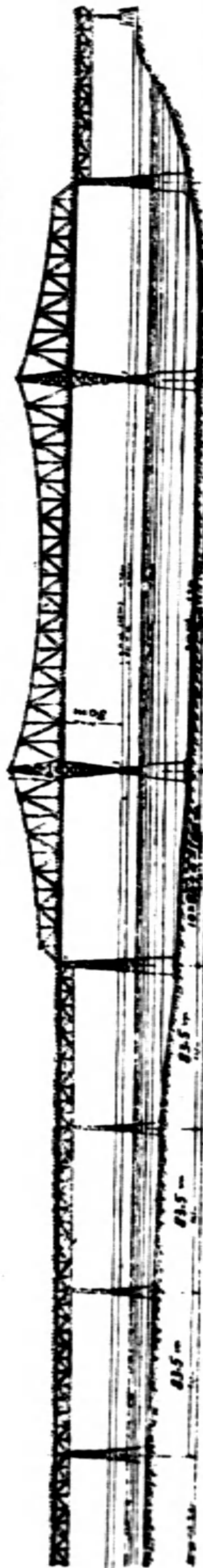
Sheet No. 4.

第四圖

1. Scaffolds parallel truss with movable frames next and fixed bearings beyond the span of 182 m.



2. Scaffolds in one plane in form of a suspension bridge with high central pillars next Chief Span of 200 m.



3. Scaffolds system in high masonry pillars in form of a suspension bridge. Chief span 240 m.



Ground Plan to Solution No. 1



Designed in the Bridge section by the Ministry of Engineering, Peking.

此橋與平漢鐵路玉帶門車站相距甚近。且路線經過，除河邊小舖戶數處外，餘均空曠之地也。

(3) 漢水道路橋位置在武聖廟碼頭。橋長六百二十英尺。因鐵路橋繞道太遠，於三鎮交通，不甚便利。故另擇此適宜地點，作道路橋之計劃。

聯絡平漢粵漢鐵路線之起點，在玉帶門車站之西約一千四百英尺處。繞六度之弧線，至橋口附近而達漢水橋。此橋係單線設計 Single track Bridge。中間用升降梁 Vertical Lift Span，其跨度三百英尺。兩旁梁之跨度各二百五十英尺。(參觀第三圖)。鐵路線可先築單軌，而留餘地以爲雙軌之設備。至必要時，可在旁添築一橋，以通雙軌。其時兩橋之升降梁，宜用一機關管轄之。因漢水之上下船隻來往頻繁，而鐵路列車之經過比較甚少。故橋之中梁宜常升至適宜之高度，俾無礙航路。火車經過時，則暫時下降便可。路線過漢水後，折而東南，行經月湖梅子山一帶，約八千七百英尺之譜，路線幾係水平。由此按百份之 0.75 坡度漸升，經過漢陽城邊之鳳凰山一帶，以達揚子江橋。此橋兩梁之間，容雙軌鐵路線。兩梁之外，有懸臂式 Cantilever 橫梁，以承每邊十八英尺寬之道路，及六英尺寬人行便道各一。(參觀第二圖剖面)。在江流最深之處，築升降式主要梁，跨度三百英尺。此梁在最低地位時，離最高水面六十英尺，升至最高地位時，高出水面一百五十英尺。主要梁兩邊各梁俱爲一式，其跨度各二百七十英尺。按此地勢，當係最經濟之式。武昌岸上，須築雙軌二百英尺之梁一座。俾便其他各梁之依附以懸築 Cantilevering Out。漢陽岸邊水淺土深，故建築漢陽岸第一座梁時，可用臨時木架 Falsework 支托。其餘各梁可用懸築法 Cantilevering Out。兩端同時並築，至中間升降梁兩旁之二支柱爲止。然後築升降梁兩旁之塔。最後建築升降梁之自身，及附屬之機房及機件等。橋之兩端須築高架銜接路 Trestle Approaches 三支。中央連接鐵路線。旁二支接道路線。至於橋兩旁之行人便道，可用台階直下江邊。

鐵路線由橋面直達武昌黃鵠山邊，經黃鶴樓旁首義公園一帶，繞道至蛇山之北邊。按百分之〇·七五之坡度，緩緩下降，至蛇山盡處，循六度之曲線，折而南，接粵漢線。此聯絡平漢粵漢之鐵路線，約長七英里。

鐵路線至武昌蛇山盡處，曾另測一支線，北折以連絡徐家棚車站。惟其建築費頗巨。若非至必要時，可暫不修築。茲已擬具此支線預算兩種：一係用百份之一坡度，一係用百份之一·五坡度。均另行列出，未加入此計劃總預算之內。

漢水道路橋在鐵路橋下游約一英里有半。其地係漢水一帶商業之樞紐。三鎮交通由此至為便捷。此橋中央橋孔寬三百六十英尺（參觀第四圖。）中假係升降梁。在最低位置時，橋底高出最高水面六十英尺。尋常帆船往來，已可無礙。至必要時，中央之梁尚可升高五十英尺，高出水面共為一百一十英尺，使最高帆船可以通過。此橋兩端之銜接路坡度 Approach Grade，擬用百分之四。橋面之寬度擬有兩種：第一種路面寬四十英尺，兩旁便道寬八英尺。第二種路面寬三十英尺，兩旁便道七英尺。橋梁築成之後，三鎮商務交通必大發展。故橋梁路面之設計，似用第一種為宜。下列道路橋計劃之預算，只算橋梁之本身，及兩端銜接路下至地面而止。漢口方面須築一寬廣之路，以連接此橋及中山路。漢陽方面亦須築路以通揚子江橋。惟此種計劃及建築，應由當地市政府擔任，故不列入本預算之內。

國內政治經濟狀況變遷靡定。工程之實施，亦未有定期。作此預算甚為困難。近日銀價漲落不定，若以銀元為預算之單位，實屬無用。故本預算決定以美國金元計算。惟鐵路線之預算，係一九二九年作於上海，以銀元計算。茲以銀一元等於金元四角之率折合金元，俾歸劃一。至於橋梁材料，未便以近日之市價作預算之標準。因近日美國經濟狀況困難，此種材料在美製造者，價值格外低廉。但經濟狀況復原以後，物料之價必驟漲也。茲以下列之平穩單價

作預算之標準：

主要梁之炭鋼連建築費	每磅美金八分
主要梁之砂鋼連建築費	每磅美金九分
次要梁之炭鋼連建築費	每磅美金七分
鐵筋混凝石橋面	每立方碼美金三十元
混凝石橋墩	每立方碼美金十五元
沉箱法築橋基	每立方碼美金三十三元
打樁法築橋基	每立方碼美金二十五元
鐵筋混凝石樁連打工	每英尺長美金二元五角
長木樁連打工	每英尺長美金壹元
築路土工	每立方碼美金壹角
開鑿石工	每立方碼美金三角
鐵軌連鋪工	每噸美金四十五元
木軌枕	每根美金貳元
墊軌道石子	每立方碼美金四角

茲將各種預算開列於後：

一 連接平漢粵漢之單軌鐵路建築費預算：

土工 1,445,000 立方碼每碼一角	美金 144,500 元
石工 78,700 立方碼每碼三角	23,610 元
鐵軌等 2,000,000 磅每磅二分	40,000 元
軌枕 12,000 根每根二元	24,000 元
墊道石子 15,000 立方碼每碼四角	6,000 元
軌閘及號誌	10,000 元
購地遷墳等	100,000 元
總數	348,110 元
工程費加百份之12.5	43,510 元
共計	391,620 元

以上鐵路線建築費約需美金 392,000 元

二 連接武昌徐家棚車站之支線建築費預算

甲. 用百份之一坡度支線長 6050 英尺

土工 522,000 立方碼每碼一角	美金 52,200 元
鐵軌及枕木鋪工等 6,000 英尺每尺 2.67 元	16,020 元
購地遷墳等	28,000 元
總數	96,220 元
工程費加百份之 12.5	12,025 元
共計	108,225 元

以上支線用百分一坡度約需建築費美金 108,000 元

乙. 用百分之一·五坡度支線長 4050 英尺

土工 270,000 立方碼每碼一角	美金 27,000 元
鐵軌及枕木鋪工等 4,000 英尺每尺 2.67 元	10,680 元
購地遷墳等	21,000 元
總數	58,680 元
工程費加百份之 12.5	7,335 元
共計	66,015 元

以上支線用百分之一·五坡度約需建築費美金 66,000 元

三 揚子江橋及其兩端銜接橋之預算

如附圖第二幅跨江面之橋,共有一式 270 英尺之梁十三副。300 英尺之升降梁一副。在武昌岸上,另有 200 英尺之梁一副,以助建築之便利。茲將各種材料及工價預算如左:

甲.橋梁預算: 267英尺長之梁(即兩橋墩中線距離 270 英尺),其炭鋼及砂鋼每長一英尺之重量,為 7400 磅。每磅價以美金八分五厘計,故橋梁每尺長之價值,為美金 629 元。又橋面每尺長之價值為 54 元,故 267 英尺之橋梁,其每尺之總價值,為美金 683 元。

200 英尺長之橋梁,其炭質鋼每長一英尺之重量為 4800 磅,每磅價以美金八分計,故橋梁每尺之價值為美金 384 元。又橋面每尺 12 元,故共計每尺之價值為 369 元。300 英尺之升降梁,及其附屬機

件等之預算如次:

炭鋼1,856,000磅每磅八分	美金 148,480 元
砂鋼1,510,000磅每磅九分	135,900 元
橋面之雙軌鐵路	6,100 元
混凝土路面	13,000 元
升降機件 Operating Machinery 200,000 磅每磅二角五分	50,000 元
導軌,鎖,及緩衝機 Guides, Locks, & Buffers, 49,000 磅 每磅二角五分	12,250 元
機房	15,000 元
鋼索結及轉折機 Rope Hitches, & Deflectors 110,000 磅 每磅二角五分	27,500 元
電機及電氣設備品 Motors & Electrical equipment, 29,000 磅每磅二元	58,000 元
橋塔鋼 2,260,000 磅每磅八分	180,800 元
生鋼墊 Cast steel Shoes, 240,000 磅每磅一角五分	36,000 元
升降錘之鐵 Counterweight Metal 465,000 磅每磅八分	37,200 元
升降錘之混凝土 1,290 立方碼 Counterweight Concrete 每碼三十元	38,700 元
橋塔上之機件 600,000 磅每磅一角八分	108,000 元
升降機之索及範穴 Ropes & Sockets, 230,000 磅 每磅二角五分	57,500 元
以上升降梁及附件共計美金 924,430 元	
橋梁之總預算如次:	
267 尺長之梁十三座共長 3,471 尺每尺 683 元	美金 2,370,690 元
200 尺長之梁一座每尺 396 元	79,200 元
升降梁與其附件及塔	924,430 元
橋頂護梁及其樞紐等 Anti-overturning Girders & Toggles,	50,000 元
以上橋梁總建築費美金 3,424,320 元	(1)

乙.橋墩預算(橋墩號數從漢陽岸起算):

第一橋墩	美金 73,000 元
第二橋墩	145,000 元
第三橋墩	145,000 元
第四至第十共七墩平均每個美金 187,500 元共	1,312,500 元
第十一十二兩墩各 340,000 元	680,000 元
第十三十四兩墩各 187,500 元	375,000 元
第十五墩(武昌岸)	140,000 元
第十六墩(武昌岸)	30,000 元

以上橋墩總建築費美金 2,900,500 元(2)

鐵路銜接橋 Railway approach 建築費美金 320,000元(3)

(1)(2)(3)三項共計美金 6,644,820 元.....(4)

另加工程費及設備費百分之 12.5 美金 830,600 元(5)

另加道路銜接橋 Highway approach 建築費美金 297,000 元(6)

另加台階路 Stairways 建築費美金 20,000元(7)

(4)(5)(6)(7)四項相加即得揚子江橋及其銜接橋建築費美金 7,792,420元約計美金 7,800,000 元

四 漢水鐵路橋預算(參觀第三圖)

甲.橋梁預算:

軌道720英尺每尺六元	美金 4,320 元
升降梁之炭鋼 561,000 磅每磅八分	44,800 元
升降梁之砂鋼 680,000 磅每磅九分	61,200 元
旁梁之炭鋼 1,247,000 磅每磅八分	99,760 元
橋塔之炭鋼 855,000 磅每磅八分	68,400 元
混凝土升降錘 344立方碼每碼 30 元	10,320 元
升降機件 47,000 磅每磅二角五分	11,750 元
導軌,鎖,及緩衝機 26,000 磅每磅二角五分	6,500 元
機房	8,000 元

電機及電氣設備品	18,000 元
鋼索結及轉折機21,000磅每磅二角五分	5,250 元
橋塔上之機件 140,000 磅每磅一角八分	25,200 元
鋼索及範穴 73,000磅每磅二角五分	18,250 元
以上橋梁總建築費美金 381,830 元.....	(1)

乙.橋基預算:

主要橋墩之混凝土 2,220 立方碼每碼 15 元	美金 33,300 元
主要橋墩基礎 2,500 立方碼每碼 25 元	62,500 元
基礎下之木樁30,000英尺每尺一元	30,000 元
兩邊橋墩之混凝土600立方碼每碼 15 元	9,000 元
兩邊橋墩基礎720立方碼每碼 25 元	18,000 元
基礎下之混凝土樁 9,400 英尺每尺二元五角	23,500 元
以上橋基總建築費美金 176 300 元.....	(2)

(1)(2)兩項相加得美金 558,130 元.....(3)

另加工程費及設備費百份之 12.5 美金 69,766 元(4)

(3)(4)兩項相加即得漢水鐵路橋總建築費美金 627,896 元約計美金 628,000 元

五 漢水道路橋預算 (參觀第四圖)

橋面道路寬四十英尺兩旁人行路寬八英尺

甲.橋梁預算:

混凝土路面930立方碼每碼 30 元	美金 27,900 元
橋梁之炭鋼 1,800,000磅每磅八分	144,000 元
橋梁之砂鋼 1,600,000磅每磅九分	144,000 元
橋塔之炭鋼 570,000 磅每磅八分	45,600 元
混凝土升降錘 341立方碼每碼 25 元	8,525 元
升降機件48,000磅每磅二角五分	12,000 元
導軌,鎖,及緩衝機 26,000磅每磅二角五分	6,500 元
機房	8,000 元

電機及電氣設備	18,000 元
鋼索結及轉折機 21,000 磅每磅二角五分	5,250 元
橋塔上之機件 85,000 磅每磅一角八分	15,300 元
鋼索及範穴 42,000 磅每磅二角五分	10,500 元
以上橋梁總建築費美金 445,575 元(1)

乙橋基預算：

主要橋墩之混凝土 5,640 立方碼每碼 15 元	美金 84,600 元
主要橋墩基礎 7,750 立方碼每碼 25 元	193,750 元
基礎下之木樁 39,200 英尺每尺一元	39,200 元
兩邊橋墩之混凝土 1,160 立方碼每碼 15 元	17,400 元
兩邊橋墩基礎 650 立方碼每碼 25 元	16,250 元
基礎下之混凝土樁 10,100 英尺每尺二元五角	25,250 元
以上橋基礎總建築費美金 376,450 元(2)

兩端銜接坡路及行人便道建築費美金 315,000 元(3)

(1)(2)(3)三項相加即得漢水道路橋及其兩端坡路總建築費美金 1,137,025 元約計美金 1,137,000 元

茲將全部計劃總預算列後：

鐵路線建築費	美金 392,000 元
揚子江橋及其兩端銜接橋建築費	7,800,000 元
漢水鐵路橋建築費	628,000 元
漢水道路橋及其兩端坡路建築費美金	1,137,000 元

以上四項相加即得全部計劃總建築費美金 9,957,000 元

本預算各種材料數量，係一定之數。倘遇物價漲落，則建築費之數，可以隨時修正。

作者案本計劃漢水上擬建兩橋，原意欲使三鎮交通經由至便之路，而鐵路線又可避免經過漢口繁盛區域，雙方並顧，用意本至善。惟是建築兩橋，所費亦頗不貲。倘能照揚子江橋辦法擇適宜地點，將道路鐵路併於一橋，則建築費或可較省。以

形勢而論，此地點似在本計劃之道路橋址為最適宜。鐵路線宜從平漢鐵路循禮門玉帶門兩車站之間起點，折而南，跨中山路，直達漢水過橋，沿兵工廠與月湖之間，繞龜山之南，而達漢陽城東北。由此接揚子江橋，則鐵路線較原計劃約可省三公里半。（參觀第一圖綠色虛線）。惟此路線經過漢口市區，購地費及須築高架鐵路，所費恐亦不少。究竟循此路線合併漢水鐵路道路兩橋，能減省建築費若干，仍須精密測量估計，與原計劃從長比較，方能決定也。

六 江底鑽探工作紀略

(一)緣起。鐵道部於民國十八年作武漢橋梁計劃，是年夏季派測量隊至武漢，測勘鐵路線及橋梁之位置，於秋間工竣。惟是橋梁位置雖按地面之形勢而定，而江底地質及岩石層深淺尚未探悉，則橋基之計劃及預算仍未能進行。遂於十八年冬徵工承包江底鑽探工程，規定在長江橋址下鑽十孔，漢水兩橋址下各鑽四孔，共十八孔，各孔之深淺以達岩石下約六英尺為度，應徵者絕少，且索價甚昂。上海英商東方鐵廠有限公司，Eastern Engineering Works 曾索工價七萬兩，六個月工竣。蓋江漢水深流急，鑽探工作極為艱險，應徵者少，索價之昂，亦意中事。部中以包工既不經濟，乃決意由部派員從事鑽探。

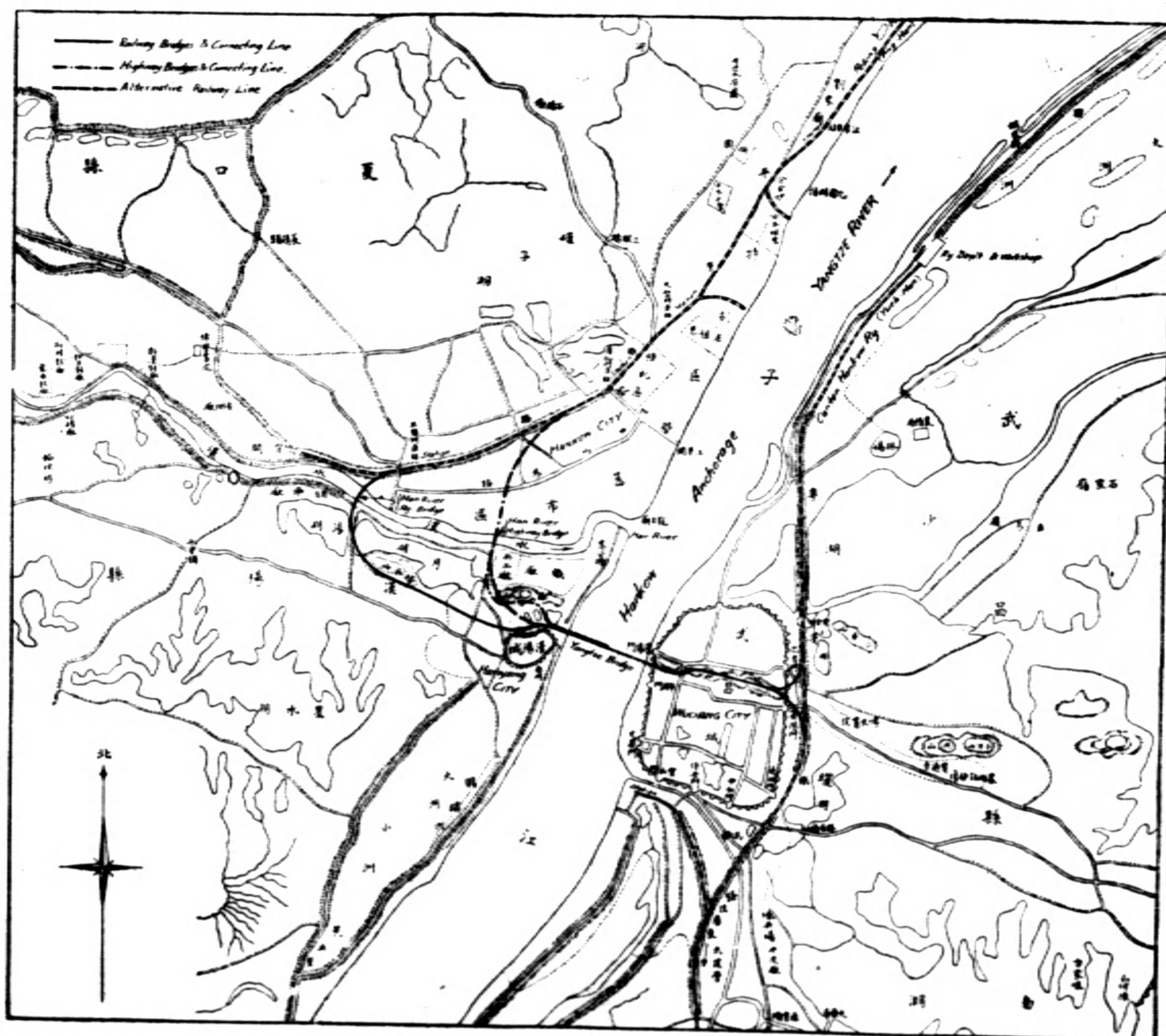
(二)工作時期。施行江底鑽探工作，本以冬季淺水時期即十二月至次年三月為最合宜。此次部派主其事者為魏約翰工程司及作者二人，因經費問題及種種之關係，於十九年二月一日始，克由京出發赴漢。復因機械船隻預備裝置，頗費時日，於三月十六日始實行開始鑽探工作。是時江水已逐漸增漲，惟工事既已開始，祇可努力進行。經歷夏季最大水時期，仍舊繼續工作，於九月九日工竣。計長江底鑽八孔，漢水鑽四孔，共十二孔，雖不及預計之數，然察看形勢，已足為橋梁計劃之用。

鐵道部武漢橋梁計劃

第一圖

橋梁位置及鐵路線

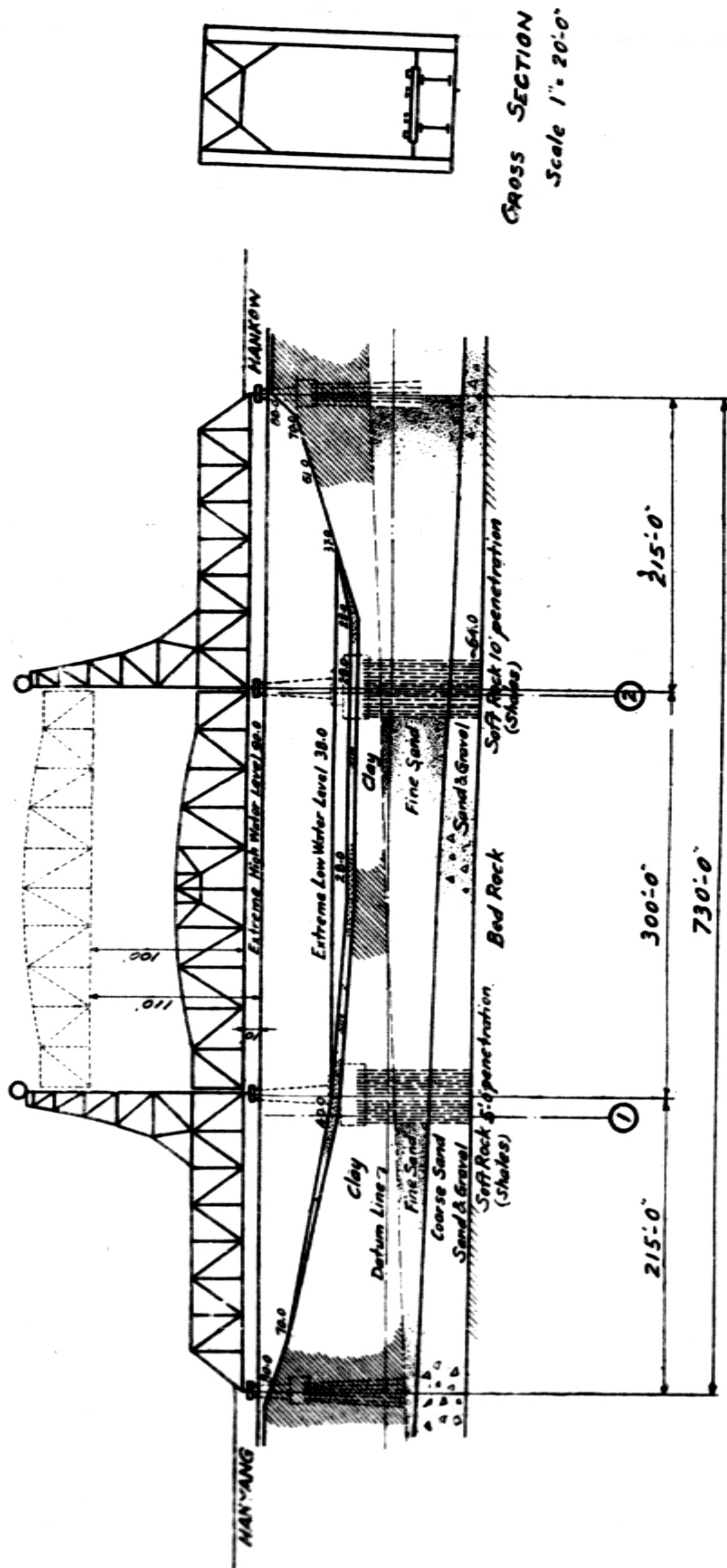
WUHAN BRIDGE SITE & RAILWAY



鐵道部武漢橋梁計劃

第三圖

漢水鐵路橋

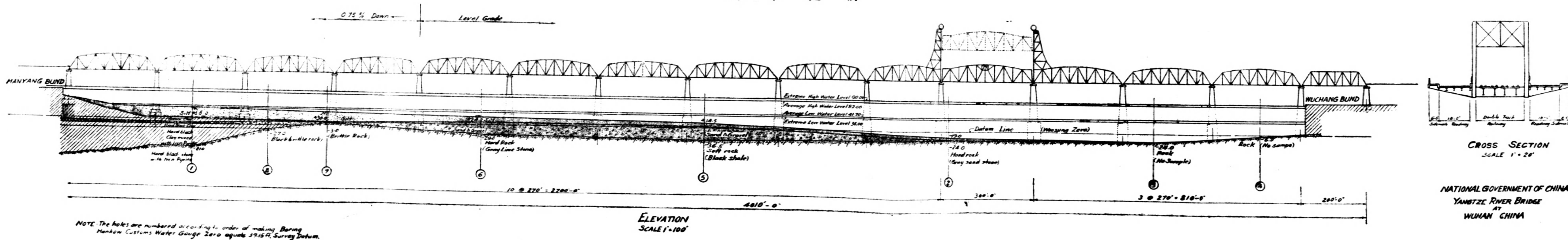


Note: - Hankow Customs Water Gauge Zero equals 39.15 ft. Survey Datum,

鐵道部武漢橋梁計劃

第貳圖

揚子江橋

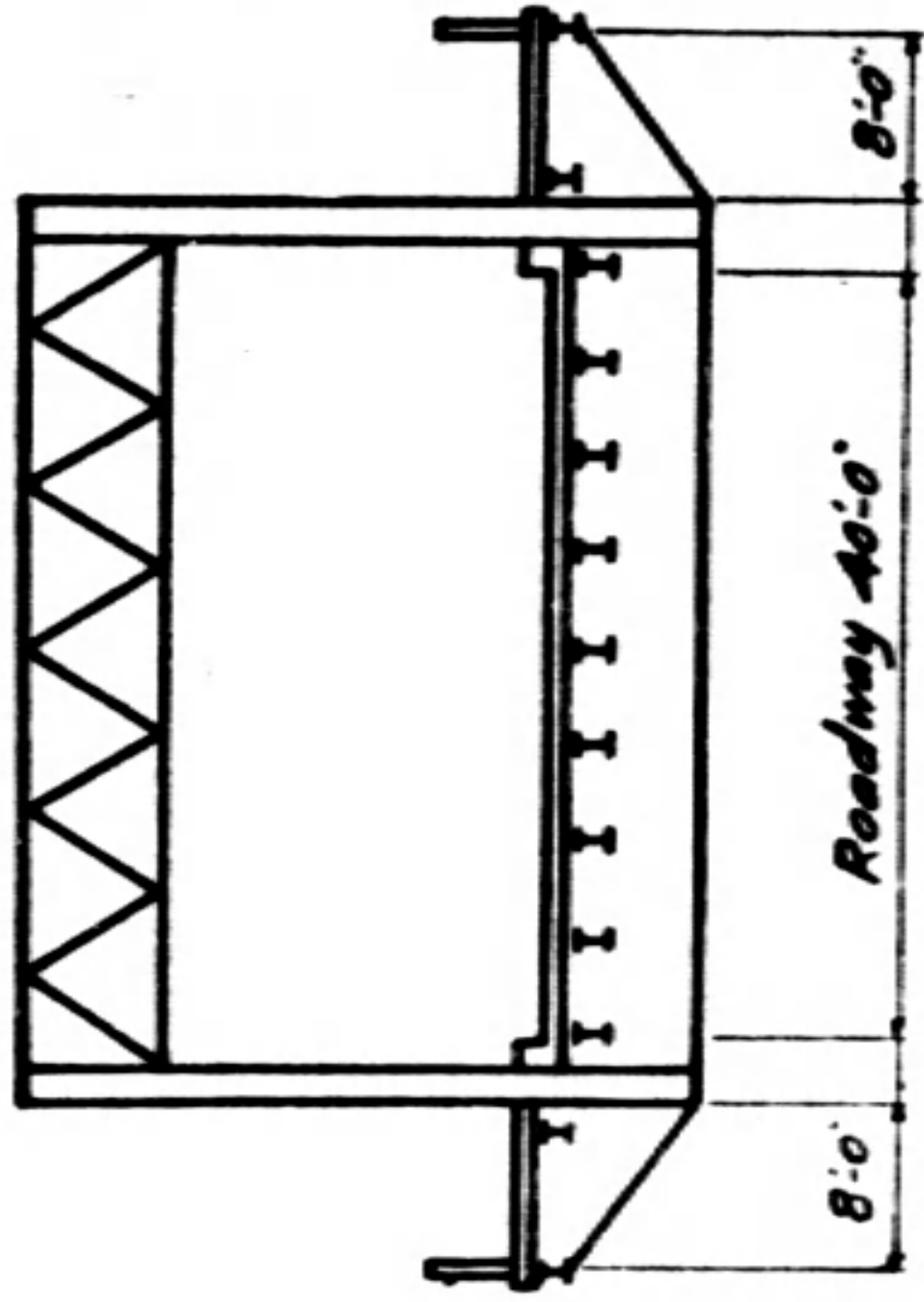


NOTE: The holes are numbered according to order of making Boring
Hankow Customs Water Gauge Zero equals 39.15 ft. Survey Datum.

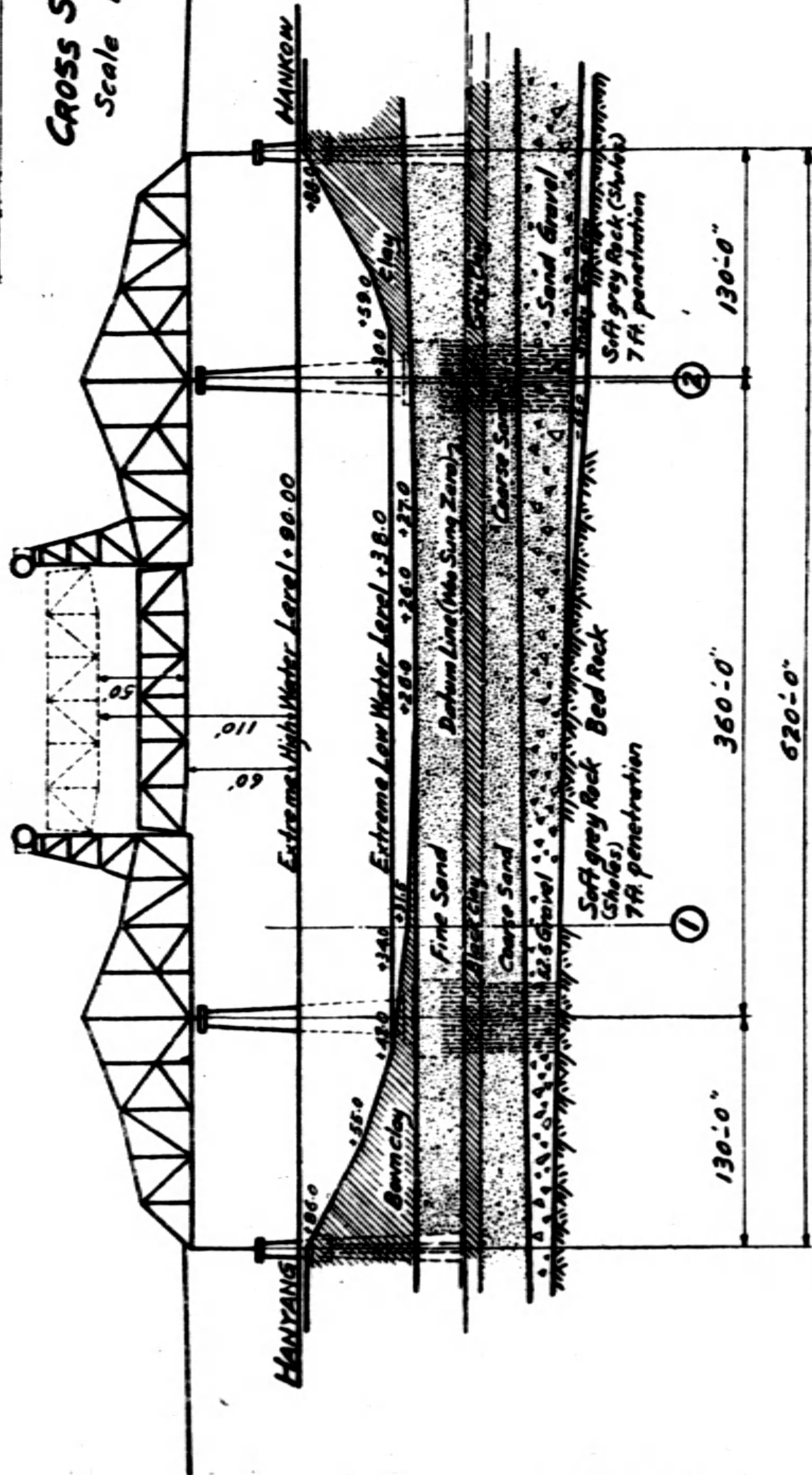
鐵道部武漢橋梁計劃

第四圖

漢水道路橋



CROSS SECTION
Scale 1"=20'



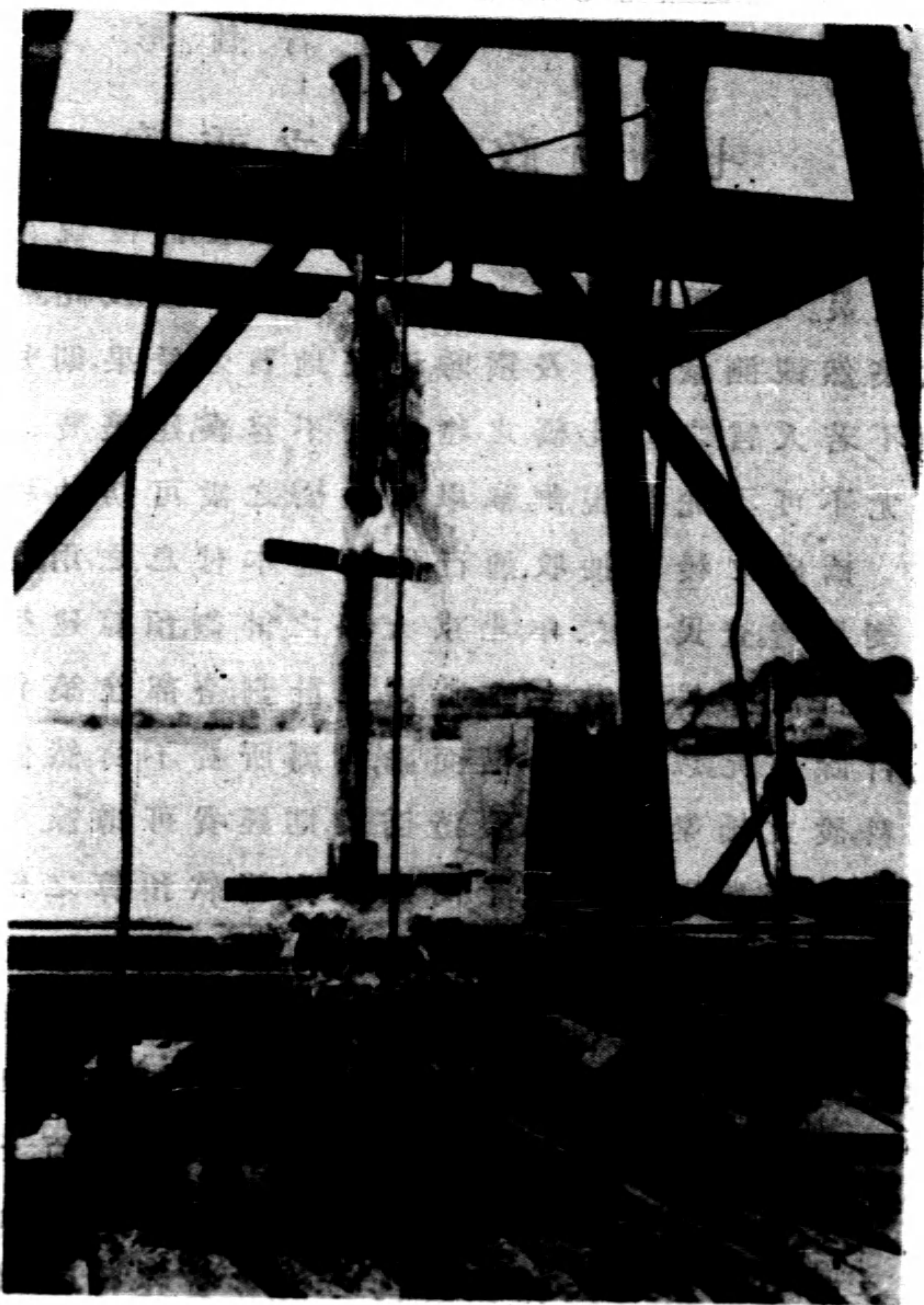
Note: Hankow Customs Water Gauge Zero equals 39.15 ft. Survey Datum.

(三)鑽探方法及施工狀況。鑽探橋基地質之方法可大別之爲人力鑽探,與汽力鑽探兩種。此次工程艱巨,自當以汽力爲主而以人力爲輔。蘓船係大貨船兩艘合併,以木梁橫列固結之上鋪四寸厚之木板使成一堅固之長方形平台縱約七十英尺橫約四十英尺。平台前端建一方形之起重架,高二十五英尺,以爲下墜及起拔鑽探管及鑽具之用。汽機抽水機絞車及其他工具等,則配置於台之後方。鑽探管分內外兩層,外層初用六寸徑管後因六寸管不足以抵抗江流之水勢,改用十三寸徑四分之一寸厚鋼管。內層則用四寸徑管,以範圍所鑽孔之大小。開始時用水力鑽探方法 Wash Boring, 灌高壓水力(每方英寸五十磅至一百磅)於二寸半徑管內,由射水管射至江底,使泥沙石子及其他鬆軟物質,盡行沖出。若遇堅硬黏結之泥質或石質,則須用擊撞方法 Percussive Boring。此次實驗之結果,知在長江內施行鑽探工作,以水力與擊撞並用爲最合宜。曾在漢口特製鑽頭數種,同時可以噴水,又可用以擊撞。試用結果,其效力比他種鑽頭較大。總而言之,施工狀況因水勢地質時有變遷,故大有難易之別。在水深流急之際,停泊蘓船於一定地點及下墜鋼管非常困難。嘗拋錨六具(前後各三具),用錨鍊至數千尺之多,蘓船尚不能穩定。至於下墜鑽探管,則困難更甚。六寸徑之外管在水深流急之處下墜時,均被水力折斷,沉於江底。後改用十三寸徑之大管,始克抵禦水力,不至折斷。惟管徑既大,流水之沖激力亦因而增加,逐節下墜時,甚難使之垂直。須另用一蘓船,停泊於上游約二百尺之處,裝置滑絞車於其上,用鋼繩數根常用絞力牽引下墜之鋼管,始能維持其垂直位置。長江水漲時,水深至一百餘英尺,江流速率每秒鐘至八英尺,洪流巨浸,船隻來往頻繁,風波不測。苟不設備防護周至,偶一不慎,動輒發生危險。此次在大水時期工作歷數月之久,除損失少數鐵管及錨鍊等材料外,其他重要機件器具及工役人等並未受損傷,亦云幸事。

(四)鑽探結果。此次鑽探之結果均繪具剖面圖,以示地質層

次深淺狀況，俾作橋基計劃及預算之標準，（參觀鐵道部計劃第二三四圖）。長江近武昌岸處江底最深，約在最低水平下六十三英尺。然江底即係岩石層，漸向江心始有積沙及石子，故江底較淺，而岩石層則轉深。至距漢陽岸約八百尺之處，石層忽又凸高，從此漸降石層成一斜坡，愈近漢陽岸則愈低，其上係黏硬性之黑色泥質，漢水內兩橋址之岩石層反較長江為深，約在最低水平下九十餘尺。漢水底岩石層之高低及石質，均頗一致。而長江底石層則各處高下不一，石質又各有差別，此其不同之點也。

水力鑽探進行情形 (Wasi Boring.)





鑽探工事進行情形

七 財政問題之商榷

武漢跨江橋之建設，吾人莫不知其重要，而恆視爲工艱費巨，在今日天災人禍民窮財盡之中國，必無餘力以及此，故莫敢實行籌備建築。然觀測量設計及鑽驗江底地質之結果，則知工艱費巨之說，似不若人言之甚。此橋之建設既不容緩，建築費之籌措及償還問題，尤不可不先事規劃。竊以爲是橋之設可仿抽稅橋辦法 Toll Bridge，橋成之後以抽收通行稅爲還本付息之用，當不患無投資作建築費者。查民國二年北京大學之計劃，預算建築費約需國幣一千四百萬元；民十八年華特爾之計劃，全部建築費預算約需美金九百餘萬元。以近日金價而論，似屬所費不貲。然倘能盡量用本國材料，設立橋梁廠，自行製造橋梁，則經費可掙節不少。今約略估計，假定建築費需銀元二千萬元，以作籌款預算之根據。至於橋梁築成之後，稅收之數亦可先事估計以爲還本付息之預備。茲擇錄鐵道部最近統計所列，平漢粵漢兩路自民國四年至十八年間客貨運輸之數量，取其歷年平均之數以作收稅之標準。參觀附表第一可見平漢粵漢兩路歷年客運平均人數約四百三十餘萬人，貨運平均總噸數約四百七十餘萬噸，廣韶段之客貨尙不在內。將來粵漢全路完成。南北大幹線接軌之後，客貨運輸之數量，必大見

增加。數年之後，或將倍於上列之平均數。然今作預算，不宜從樂觀方面着想，姑以上列平均數之半作為經過橋梁之客貨，以此作徵稅之預算標準。貨運以每噸徵收一元，客運每人徵收一角計，並不為多。則如預算(甲)所列歲收約可得二百五十餘萬元。又武漢三鎮交通，一切車輛行人之經過橋梁者，亦須徵稅。查武漢過江輪渡，統計每日平均人數約二萬五千人，即每年約九百萬人。橋成之後，過江人數亦必驟然增加，益以車輛貨物之運輸，估計稅收每年約一百萬元並不為多。則武漢橋梁之總收入，鐵路道路兩項共計，每年約可得三百五十餘萬元(參觀預算甲)。又據歷年海關貿易總冊所載，十三年至十九年漢口一埠之進出口貨總價值之平均數，為關平銀二萬六千二百餘萬兩，合銀元三萬九千三百餘萬元，(參觀附表第二)。又從湖北財政廳各征收局方面調查，十九年份由參湘豫桂晉陝各省運漢口之土貨總價值一萬七千餘萬元，(觀附表第三甲)；又十九年份四川省進出口貨價值共計八千四百餘萬元(參觀附表第三乙)。今按地域交通之遠近廣狹為比例，預測將來運輸途徑之趨勢，取海關進出口貨三分之一，取湘豫桂晉陝各省之半數，取四川省貨物四份之一，作為將來由鐵路運輸之數；以值百抽一計，約得二百三十八萬餘元；連客運所得及三鎮運輸稅收共計，亦約得三百五十餘萬元(參觀預算乙)。此數雖不可斷為確實可靠，然從兩方面調查所得估計之結果略相同，則取為預算之根據，亦不為過。今以稅收三百五十萬元計，除去橋梁管理費外，以之付息還本，則如附表第四所列，不過九年，債務即可償清。是此橋之建設，不但便利交通，即以營業論，亦大有利可圖也。還本付息，既有保障，則建築費之籌措，自易為力。茲擬籌款辦法三種，略論如左：

(甲)徵求設計圖案，擇其至善者，與廠家訂定合同，投資建築，以橋梁稅收作還本付息之用。大局穩定，則歐美資本家，多有樂於投資作中國建設事業者。此種借款以橋梁本身收入作擔保，可不牽

涉其他國有財產或國稅爲抵押，離開政治，以杜弊端。竊以爲單簡易行而效力最大之方法，莫過於此！

(乙)借用庚款建築，橋成後仍以橋梁稅收儘先付還。查英庚款雖已支配各路，所餘無幾，而意庚款自十九年至三十七年鐵道部應得之額尙有四千四百餘萬元；俄庚款鐵道部應得之額尙有九千餘萬元。武漢橋之建設，可仿照完成粵漢路辦法，撥借庚款爲建築之用，或以庚款作抵押轉募公債，亦無不可。橋成之後，可照前法，收稅付息還本。

(丙)由平漢粵漢兩鐵路及武漢三鎮協款建築。查平漢鐵路過去營業最盛之年，收入達三千二百餘萬元，盈餘將近二千萬元。若無意外損失，則平均每年收入約二千五百萬餘元，盈餘約一千五百萬元（參觀附表第五）。設營業收入附加百分之五，爲武漢橋建築費，每年約可得一百二十五萬元，又由盈餘項下每年撥百分之十，即一百五十萬元。又查粵漢鐵路湘鄂段平均每年收入約二百萬元，附加百分之五，約得一十萬元。廣韶段平均每年收入約三百萬元，附加百分之五，約得一十五萬元。以上四項，鐵路方面協款共計三百萬元。又由武漢三鎮每年協款一百萬元，（此款可由漢口市、漢口法日兩租界、三特別區域、武昌市，及漢陽市，八方面，按其經濟狀況分擔，當不難集。）故每年可得建築費四百萬元。行之五年，得二千萬元之數，或可敷用，（倘仍不敷，可繼續協款。）此法集腋成裘，分期撥付，似屬輕而易舉。假定前二年爲籌備時期，預將協款存儲生利，第三年開始建築。則如附表第六所列，款項可以源源接濟，至第六年完工，尙可餘款一百萬元，作後備費。此不過預先懸揣，約略估計。至於準確之數，及分年提用多寡後先，則俟造具詳細預算，及規定建築程序時，方能決定。此法既以路款及地方之款辦理建築，則橋成之後，應否抽收通行稅付息還本，宜酌定之。若仍照借款辦法，抽稅償還此款，則償還之後，在鐵路可用以改良路務，在武漢可用於他項建設，亦一舉兩得之事。倘大局穩定，鐵路營業可靠，則協

款建築之法,或易於推行也。

第一表

平漢粵漢兩鐵路歷年客貨運輸統計

年 份	平 漢 路		粵 漢 路 湘 鄂 段		備 考
	旅客人數	貨物噸數	旅客人數	貨物噸數	
民國四年	1,383,860	3,556,778	---	---	
五年	3,116,970	3,504,561	---	---	
六年	3,384,812	3,611,504	---	---	
七年	3,615,914	3,932,303	---	---	
八年	4,038,720	4,762,812	96,813	151,451	
九年	4,015,415	4,615,771	156,535	159,153	
十年	3,531,734	5,359,233	2,195,223	352,415	
十一年	3,727,223	4,135,111	736,269	410,407	
十二年	4,274,855	5,757,889	613,682	336,131	
十三年	4,457,068	4,975,978	789,876	483,503	
十四年	4,212,300	4,155,194	---	---	
十五年	---	---	419,917	312,493	
十六年	---	---	400,964	228,282	
十七年	---	---	802,945	340,537	
十八年	---	---	1,043,638	452,359	
總 數	39,758,871	48,367,134	7,255,862	3,226,731	
歷年平均數	3,614,443	4,397,012	725,586	322,673	

兩路歷年客運平均人數合計 4,340,029 人

兩路歷年貨運平均噸數合計 4,719,685 噸

第 二 表

江漢關進出口貨物價值統計

年 份	洋貨進口淨數	土貨進口淨數	土貨出口總數	進出口總數	備 考
	H.K. \$.	H.K. \$.	H.K. \$.	H.K. \$.	
民國十三年	82,305,398	47,026,994	153,118,003	282,450,395	
十四年	69,365,189	64,309,105	155,086,783	288,761,077	
十五年	66,646,665	50,777,155	167,686,376	285,110,196	
十六年	34,228,671	39,541,011	127,190,262	200,959,944	
十七年	69,264,147	64,108,783	178,289,324	311,662,254	
十八年	64,199,924	52,853,917	148,465,688	265,519,529	
十九年	55,924,461	31,569,331	112,990,312	200,484,104	
總 數	441,934,455	350,186,296	1,042,826,748	1,834,947,499	
七年平均數	63,133,494	50,026,614	148,975,249	262,135,357	

進出口貨物價值總數平均約合銀元 393,203,035 元 (1 H.K. \$ = \$1.50)

第 三 表 (甲)

民國十九年份由湘豫桂晉陝各省運銷漢口市土貨統計表

貨物來處	貨 名	數 量	價 值	備 攷
豫 省	芝 蔴	2,150,000 担	\$21,590,000	(以黃豆爲大宗)
” ”	豆 類	2,000,000 ”	12,800,000	
” ”	繭 綢	300,000 ”	3,188,000	
” ”	煙 葉	300,000 ”	3,000,000	
” ”	植 物 油	1,000,000 ”	14,830,000	
湘 省	茶 葉	329,200 ”	7,192,000	

貨物來處	貨名	數量	價值	備攷
湘省	磁器	50,000 担	\$ 160,000	
” ”	鞭爆	101,100 ”	2,228,000	
” ”	蠶豆	500 000 ”	2,800,000	
” ”	鑛產	285,000 ”	3,870,000	(以錫鑛為大宗)
豫湘省	雞蛋	1,200,000 ”	18,000,000	(以豫省產為大宗)
” ” ”	本國紙		6,340,000	(以湘產為大宗)
” ” ”	牲畜	194,000 隻	3,020,000	(以豫產為大宗)
” ” ”	蓮子瓜子	220,000 担	3,010,000	
” ” ”	絲繭	12,000 ”	1,130,000	
湘陝省	桐油	3,300,000 ”	9,900,000	
湘桂省	木材,皮篙,竹	{ 1,820,000 2,500,000	兩根 12,700,000	
豫陝省	棉花	426,000 担	12,780,000	
陝桂省	生漆	24,000 ”	3,120,000	
陝豫省	黃花	65,000 ”	2,730 000	
” ” ”	牛皮	830,000 ”	3,040,000	
” ” ”	小麥	700 000 ”	3,500,000	
陝豫桂	藥材	470,000 ”	7,680,000	
陝豫晉	花生紅棗	117,000 ”	1,568,000	
” ” ”	獸毛,皮		3,550,000	
陝省	木耳	18,000 ”	1,980,000	
湘晉豫	煤,焦炭,柴	510,000 ”	4,580,000	

總數 \$170,286,000

第三表(乙)
民國十九年度四川省進出口貨物統計

出 口			進 口			
貨 名	數 量	價 值	洋 貨	價 值	土 貨	價 值
牛 皮	24,930	担 1,132,000元	疋 頭	8,241,000元	棉 紗	2,794,000元
羊 皮	26,520	,, 1,806,000	棉毛製品	827,000	菸捲菸葉	2,257,000
雜 獸 皮	355,600	張 781,000	五 金 類	2,141,000	絲綢疋頭	1,360,000
猪 鬃	11,390	担 1,813,000	海 產	1,392,000	棉 布 疋	2,570,000
禽 毛	4,650	,, 179,000	罐頭食物	238,000	棉毛製品	569,000
麝 香	16,360	,, 364,000	西藥用品	395,000	文具紙張	228,000
白 臘	3,630	,, 316,000	化學用品	163,000	植 物 產	1,967,000
其他動物產	21,360	,, 566,000	赤白冰糖	2,890,000	海 產	376,000
頭 髮	1,220	,, 111,000	紙 煙	281,000	藥 材	468,000
菸 葉	36,460	,, 1,071,000	染料靛青	1,356,000	磁 器	427,000
生 漆	29,970	,, 2,916,000	洋 磅 紙	159,000	精 鹽	2,490,000
紙 類	101,460	,, 943,000	糖磁玻璃	224,000	酒 茶 類	227,000
棕 麻	54,490	,, 785,800	皮 件	124,000	鞋 傘 帽	175,000
其他植物產		1,037,000	火柴水泥	220,000	其他雜品	385,000
土 布	101,000	,, 2,090,000	建築材料	210,000		
夏 布	115,000	,, 4,814,000	電燈材料	198,000		
絲 綢	13,270	,, 9,632,000	日常用品	453,000		
木 耳	5,288	,, 4,448,000	女紅用品	123,000		
五 倍 子	62,600	,, 897,400	煤油汽油	4,320,000		
藥 材		6,243,000				
桐 油	28,690	,, 5,632,000				
總 數		47,577,200元		23,955,000元		16,093,000元

進出口貨價值共計 87,625,200 元

武漢橋梁徵稅收入預算。

(甲). 以歷年鐵路運輸統計作徵稅之標準:—	
平漢粵漢兩路貨運歷年平均噸數合計 4,719,685 噸取其半數作為通車時經過 橋梁之噸數以每噸徵收一元計約得.....	2,359,842元
平漢粵漢兩路歷年客運平均人數合計 4,340,029人取其半數作為經過橋梁之人 數以每人徵收一角計約得.....	217,000元
鐵路客貨收入共計.....	2,576,842元
武漢三鎮道路運輸稅收估計約得.....	1,000,000元
鐵路道路兩項稅收共計每年可得.....	<u>3,576,842元</u>
(乙). 以海關貿易及徵收局統計作徵稅之標準:—	
民國十三年至十九年江漢關進出口貨物總價 值平均約 393,203,035 元取其三份之一作為經過 橋梁之數按值百抽一為通行稅得.....	1,310,670元
十九年份湘豫桂晉陝各省運漢口土貨總價 值 170,286,000 元取其半數作為經過橋梁之數 按值百抽一為通行稅得.....	851,430元
十九年四川省進出口貨價值共計 87,625,200 元 取其四份之一作為經過橋梁之數按值百抽 一為通行稅得.....	219,063元
貨運稅收共計.....	2,381,163元
客運稅收仍照(甲)種計算.....	217,000元
武漢三鎮道路運輸稅收估計.....	1,000,000元
共計稅收每年可得.....	<u>3,598,163元</u>

第四表 武漢橋梁建築費還本付息表

年份	總收入	管理費	借款	付息	還本	年終債務	備攷
第一年	\$ ---	\$ ---	\$ 5,000,000	\$ 300,000	---	\$ 5,000,000	前四年建築期內應付利息暫由借款內扣除。
第二年	---	---	5,000,000	600,000	---	10,000,000	
第三年	---	---	5,000,000	900,000	---	15,000,000	
第四年	---	---	5,000,000	1,200,000	---	20,000,000	
第五年	3,500,000	500,000	---	1,200,000	---	20,000,000	第五年除付管理費及撥還歷年墊付利息尚不敷
第六年	3,675,000	500,000	---	1,200,000	775,000	19,225,000	1,200,000元故第六年開始還本。
第七年	3,858,750	500,000	---	1,153,500	2,205,250	17,019,750	
第八年	4,051,658	500,000	---	1,021,185	2,530,473	14,489,277	
第九年	4,254,241	500,000	---	869,357	2,884,884	11,604,393	
第十年	4,466,953	500,000	---	696,264	3,270,689	8,333,704	
十一年	4,690,300	500,000	---	500,022	3,690,278	4,643,426	
十二年	4,924,815	500,000	---	278,606	4,146,209	497,217	
十三年	5,171,056	500,000	---	29,833	497,217	---	
總數	38,592,773	4,500,000	20,000,000	9,948,767	20,000,000		

說明：(1)假定建築費總額國幣二千萬元前四年為建築時期每年借款五百萬元年利六厘計算。

(2)根據上列預算第五年開始通車徵稅收入3,500,000元以後逐年增加百分之五。

(3)每年稅收所得除去管理費假定五十萬元外以全數充付息還本之用照此算法至第十三年終（即通車後第九年）債務償清尚餘4,144,006元

第五表 平漢及粵漢鐵路營業收支及盈餘統計

年份	平漢鐵路		粵漢鐵路		鄂湘路		備放
	營業收入	營業支出	盈餘	營業收入	營業支出	盈餘	
民國四年	\$17,141,095	\$ 7,120,173	\$10,020,922	---	---	---	---
五年	20,466,622	7,027,542	13,439,080	---	---	---	---
六年	18,750,636	7,009,225	11,741,411	---	---	---	---
七年	23,822,621	7,977,853	15,844,768	---	---	---	---
八年	26,313,680	9,060,473	17,253,207	198,484	169,595	28,889	---
九年	25,827,213	10,320,779	15,506,434	159,711	168,072	---	73,639
十年	25,161,567	12,138,851	13,022,716	1,815,224	1,836,396	---	21,176
十一年	26,388,117	11,444,303	14,943,814	1,895,980	1,632,803	263,177	---
十二年	32,012,578	12,664,931	19,447,647	1,640,151	1,713,400	---	73,249
十三年	28,859,815	13,152,029	15,707,786	2,012,510	1,893,479	119,031	---
十四年	27,111,873	13,048,526	14,063,347	1,987,398	2,147,055	---	159,657
十五年	14,739,136	11,874,787	2,864,349	1,061,903	1,976,295	---	914,392
十六年	11,492,819	9,994,159	1,498,660	1,227,531	2,160,473	---	932,942
十七年	---	---	---	2,177,431	2,494,918	---	317,487
十八年	---	---	---	2,813,176	2,805,582	7,594	---

武漢橋梁建築費丙種借款預算

平漢鐵路營業進款每年約 25,000,000 元	
附加百分之五得	1,250,000 元
平漢鐵路盈餘每年約 15,000,000 元	
每年撥百分之十得	1,500,000 元
粵漢鐵路湘鄂段營業進款每年約 2,000,000 元	
附加百分之五得	100,000 元
粵漢鐵路廣韶段營業進款每年約 3,000,000 元	
附加百分之五得	150,000 元
武漢三鎮每年協款	1,000,000 元
以上五項共計每年借款	4,000,000 元

第 六 表 武漢橋梁建築費收支預算

年 份	年終進款	存款利息	存款本息累計	用 款	用款累計	年終結存	備 攷
第一年	4,000,000	---	4,000,000	---	---	4,000,000	第三年開始建築將第二年終結存之款
第二年	4,000,000	320,000	8,320,000	---	---	8,320,000	8,320,000 元內提出 5,000,000 元餘
第三年	4,000,000	265,600	12,585,600	5,000,000	5,000,000	7,585,600	3,320,000 元仍舊存儲生利按週息八厘計算得 265,600 元第四五六年提款
第四年	4,000,000	206,848	16,792,448	5,000,000	10,000,000	6,792,448	及餘款生利之法照此類推
第五年	4,000,000	143,396	20,935,844	5,000,000	15,000,000	5,935,844	
第六年	---	74,868	21,010,712	5,000,000	20,000,000	1,010,712	
	20,000,000	1,010,712		20,000,000			

說明：(1)假定武漢橋梁六年完成前二年為籌備時期後四年為實行建築時期

(2)平漢粵漢兩鐵路及武漢三鎮分擔借款自第一年起每年籌借四百萬元五年共借二千萬元

(3)前二年未開始建築先將借款存放生利以週息八厘計算第三年開始建築每年用款五百萬元第六年完工

共用款二千萬元尚餘 1,010,712 元作後備費。

二十世紀水工模型試驗之進步

總論——沿革——水工試驗室之設備——水工
大模型試驗場及其最近報告——結論

鄭 肇 經

第一節 總 論

科學之成立，莫不賴乎觀察與經驗，惟由觀察與經驗所得之現象，歸納之乃可產生學理，而致之實用。此項定律，可以推諸凡百科學而準，其於水工也亦然。是以治河者，欲求治導之合法，且圖以最經濟之方法，而獲有最美滿之效果，非熟諳河流之天然現象，與夫治河建築物之效能不可，如是則水工試驗尙矣。試驗之方法有二，一爲實地試驗，一爲模型試驗。二者相較，雖由實地所得之結果，最爲可恃，但實地試驗之時，各種現象固無由分析研究，又不能操縱自如。例如流量與挾沙比降水深河寬等各個之作用如何，相互間之關係如何，在天然河流內即無從分析研究。又如洪水期內河床之變化最大，在天然河流內，亦無從隨時停止水流，探測河床之形態，且於設施方面事實上殊多不便，非僅費時耗財而已也。故從事水工試驗者，多以模型試驗爲主。夫模型試驗之原旨，在摒除一切附帶現象，而研究一單純之現象。每一種試驗僅欲其解決問題之一部，詳察其變，推究其理，然後綜合之，歸納之，以求全部之解釋。是以每作一試驗，萬無解釋多數難題之可能，但一種難題，可以分析爲多數之小部分，以便逐項研究。例如天然河流之流行也，其動作之原因，與夫同時所感受之影響，極爲複雜。如欲研究一種現象，必先分別其有關係之各種原因，逐項試驗，始可決定某項原因對於此現象之作用，占幾何勢力，某項現象與他一現象之關係又當

如何,然而試驗之結果,未必與實際之現象,絲毫無誤,換言之即所得之結果,未必可以完全應用。故由理論而成之公式,必須加以係數 (Koeffizienten) 以求與事實照合,此項係數,實表示吾人對於天然現象之未能澈底明瞭耳。

設試驗之時,天然現象之各小部分均可以理論解釋之,或以公式歸納之矣。然最後綜合局部之試驗藉以證明現象之全體,亦有發生困難者,或竟完全背謬者。須重作試驗,研究某小部分為發生困難之主要分子,並考察該小部分對於全體之影響是否重要,若影響甚微,是否可以刪除該小部分,勿使屬雜其間而為梗。或研究此項試驗,如放大模型,精密計算,是否可以尋得錯誤之點。凡此種種,端賴試驗者之隨機應變,而卜試驗之成敗也。或於試驗之初,對於試驗之問題,令人無從下手,或竟無從思索以分析之者,可先作預備試驗,以小模型觀其全局,徐察其變而研究之。精力所聚,金石為開,或於本問題毫無所得,而反能發明他項意外之新學理者,亦數見不鮮。又或試驗之結果,對於工程上並無充分之價值者,然學術上之試驗,莫非經累次之失敗,長期之研究,而後得有良果。多一次之失敗,即係多一次之經驗,由此經驗,或反足以獲得科學上之進步。雖有因試驗結果之不良,以致糜費金錢,在工程方面,或為不經濟,但在學術上仍有相當之價值。是以水工模型試驗之性質,非僅供社會上一切水工之解難決疑,而同時又可供應學術上之研究。魏司博 (Weisbach) 於所著 水力實驗學 (Experimental Hydraulik) 之弁言中有云:“惟有模型試驗,足以使初學者澈底明瞭水力學之真理,而印象之深,亦可以不易忘記。並能對於各種原理,敢下準確之批評。是以試驗室對於工業大學尤為重要。經歷一次之試驗,各項學理可不待算式之證明而了解,所謂千聞不如一見也。”惟試驗之事,非人人可以為之,試驗之無美滿結果者,往往有之。其原因或對於所研究之問題,未能十分了解,或試驗之手續與設備,未能周到,或模型過小,不能得有準確之觀察,或缺乏相當之學力與

經驗未能下精確之評判。是以試驗之事，非得富有經驗與理想力之專家主持之，在學理與實用二方面，均不能獲得可貴之價值也。

第二節 水工試驗之沿革

水利工程之需要試驗室，創議者為半世紀前之德國普魯士工務總理哈根。(Gotthilf Hagen)氏曾在自著之海港學弁言中詳論模型試驗之重要，希望工界人士，對於舊式之學理與方法，不可盲從。誠以水利工程之設施，視各地情形之不同，而有所差異。工程方面不先有模型試驗，難期措施之必當。學校方面，無模型試驗則新學理無由闡明。氏之倡此偉論，實近世創設水工試驗室之嚆矢也。

至於應用模型試驗，解決實際問題之鼻祖，為法國之法孤氏(Fargue)先是一八七五年，法國為改進鮑爾克斯商港(Bordeaux)之航務起見，須挑濬老龍河。(Garoune)。彼時專家之意見，或以為須專恃挖泥器濬深，或以為須有相當之建築物，以維持航路之深度，議論紛紜，莫衷一是。於是法孤氏經過二年久之試驗，乃證明河槽之濬深，須用相當之建築物，以保持之，否則隨濬隨淤，功效甚微。

一八八五年英國擬改良自利物浦(Liverpool)至孟舍司特(Manchester)之航路，彼時學者紛爭，其待決之點有三：一，建設運河，以容納吃水較深之海船，或治導原有之梅雪河(Mersey)二者孰優孰劣。二，導水壩之地位，與漲沙之影響。三，口外之攔門沙，可否利用導水壩，使之自然刷深。於是英國雷腦司教授(Osborne Reynolds)乃製造梅雪河下游之模型，從事試驗，一八八六年英國工師海鵠特(Vermon Harcourt)繼雷氏試驗，乃決定梅雪河建築導水堤與開闢運河之位置。同年海鵠特繼續試驗法國聖茵河口，(Seine)彼時改良該河之計劃有十項，而海氏逐項試驗之後，決定改良河口之善法，仍為延長河口之導水壩，輔以挖泥工程云。一八九〇年，法國政府復於濱河之饒蔭城，(Rouen)重製河口模型，由法工師李羅爾(Mengin Lecroeuil)試驗，經過五年之久，其結果大致仍與海氏無所軒輊云。

一八九三年，德國薩克遜大學教授恩格司氏 (Hubert Engels) 首創水工試驗室，試驗關於天然河流之學理，成績甚著。一八九〇年以前，有哈根氏之水力試驗，發明水力方面之學理。自此以後，有恩氏之水工試驗室，於是關於河工渠工海港各方面之發明，乃日進千里。噫恩氏之功，可謂偉矣。

恩氏之水工試驗室既成，德國各處，競相模仿。一九〇二年劉百克教授 (Rehbock) 創設第二水工試驗室於卡兒絲魯亥大學 (Karlsruher Technische Hochschule)。一九〇三年德國農商部創辦第三水工試驗室於柏林。一九〇八年谷海教授 (Koch) 創設第四水工試驗室于腸城大學 (Technische Hochschule in Darmstadt)。其他如俄國聖彼得堡 (St. Petersburg) 雖亦仿效恩氏之法，建築水工試驗河槽，究以規模較小，無可稱述。

一九〇四年恩氏感覺原設之水工試驗室，不敷應用，亟須擴充，乃擬定大規模之試驗室計劃，建於該校新校舍內，一九一三年落成，一切設置，較之他處益形完備。同時柏林工科學大學，由葛蘭及梯里二教授 (Grantz, de Thierry) 亦另建新式試驗室於該校，內容仍多效法於恩氏。

一九〇三年奧國有維也納水利工程會會長饒達 (Lauda) 提倡創設水工試驗室，九年後由其後任薛達克 (Siedeck) 完成其計劃。迨至一九一四年，乃有奧國農商部水工試驗室產生矣。繼之而起者，有奧國大學教授施敏克 (Smreck) 創設試驗室於勃林大學 (Bruenn)。瑞典大學教授費尼司 (W. Felleuius) 設試驗室於Stockholm大學。德國大學教授愛黎 (Ehlers) 及壽慈 (Dtto Schulze) 創設試驗室於但齊希大學 (Danzig)。然規模之宏，計劃之精，終不若薩克遜及柏林二大學也。最近美國方面，經費禮門 (John R. Freeman) 之提倡，亦已創設大規模之試驗室，設置亦頗完備。先是費氏於一九二四年夏遊歷歐洲，參觀德國各地之水工試驗室，對於近十年來，所發表之成績，大為驚異。深信此項進步，足以引起世界各國之注意，追

踪而競相效仿，主張世界名川巨流之任何困難問題，均應藉試驗之法，而求解決之道。良以試驗室之設備，所費有限，而因試驗所得之經驗，實足以使將來施工時，節省巨額之建築費，與虛糜之光陰也。

費氏在歐洲水工試驗室調查錄內有云：“水工試驗室之目的有二：

- 1.) 供應水工教課時之需要。
- 2.) 供應研究水工原理之需要。

聯合上項兩種目的，可分別下列試驗之種類：

- 1.) 就學理方面，研究水工上應用之各種流量公式。
- 2.) 就實地工程方面，研究治導河流，布置港埠，建設堰壩，及水電廠等之設備。
- 3.) 研究關於水工方面之機器，如抽水機與渦輪機等。
- 4.) 研究關於航務方面之問題，如輪船之形態，與水中阻力之關係。

由此觀之，近世水工試驗之重要，與各國對於水工試驗之重視，可見一斑。

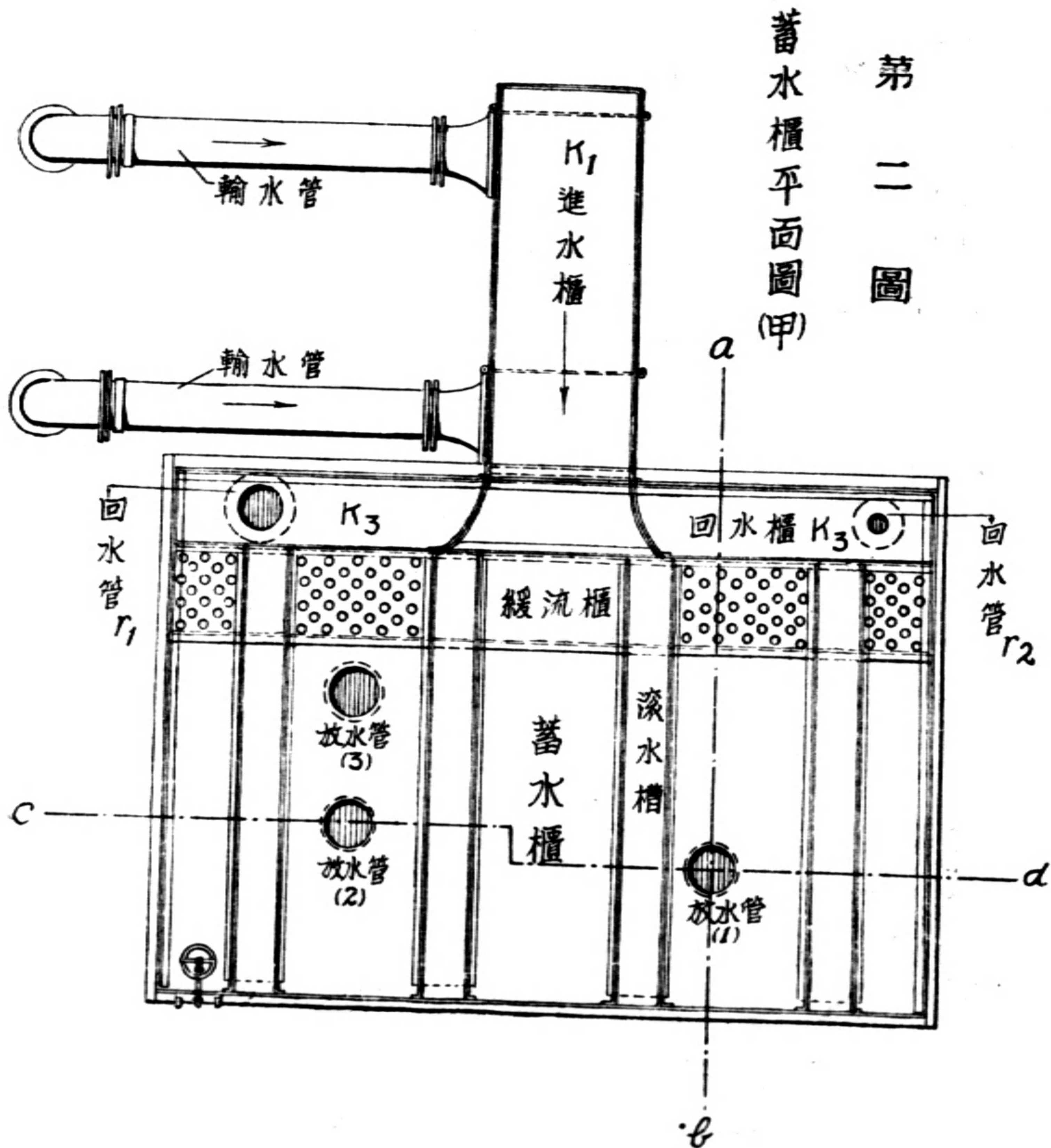
第三節 水工試驗室之設備

各國水工試驗室之設備，大都無多差異。茲以德國薩克遜大學之水工試驗室，為恩格司所首創，又為著者所研習之所，見聞較詳，爰舉以為例。

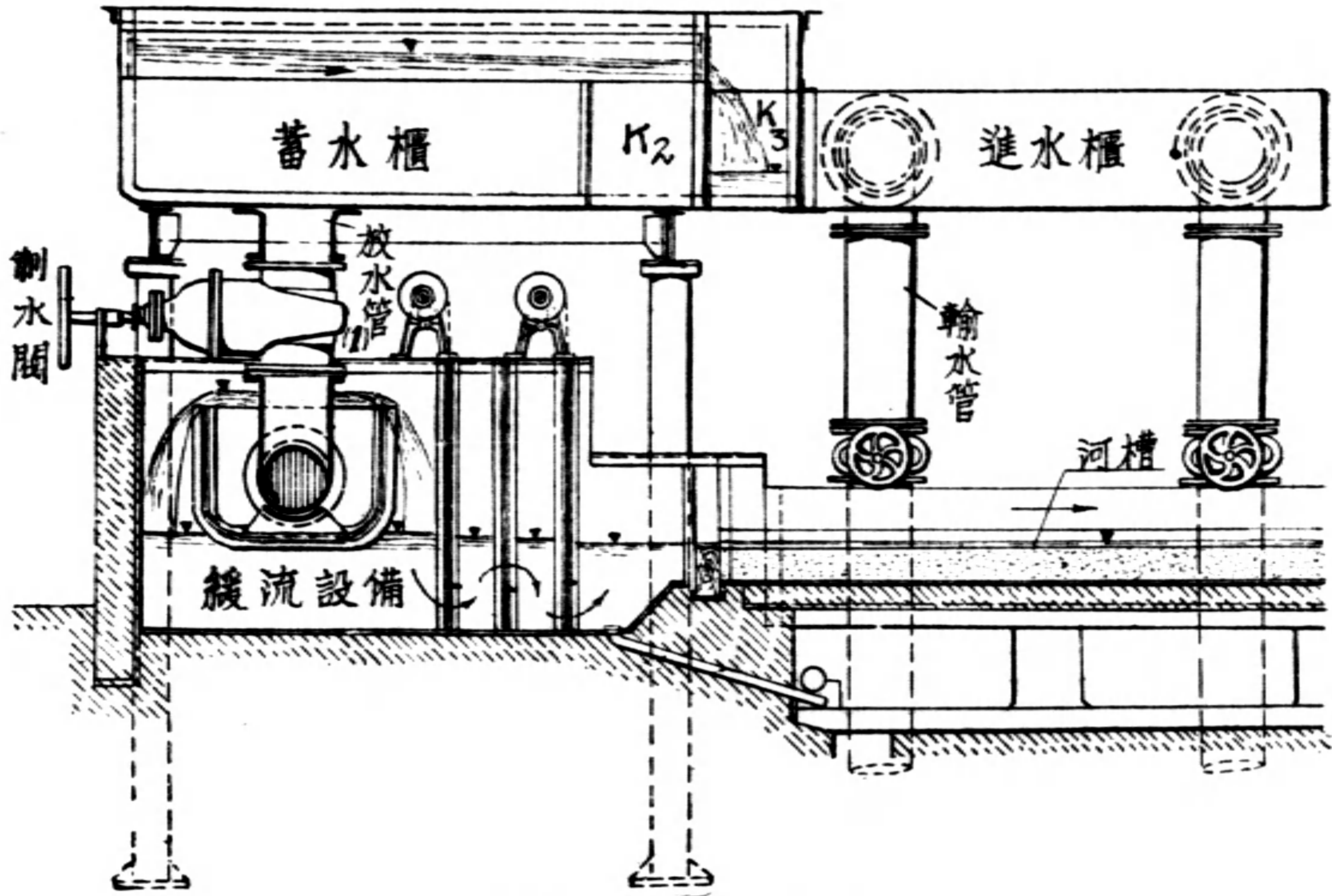
恩格司氏於一九一三年在薩克遜大學新校舍內重建之水工試驗室，規模新穎，設置完備。內分河槽 (Flussgerinne) 及渠槽 (Tiefgerinne) 回水槽 (Ruecklaufkanal) 三部。河槽用以研究河工問題，首端有蓄水櫃 (Wasserbehaelter)，下端為試潮機 (Flut-und Ebbevorrichtung)。渠槽用以研究關於水力方面之問題，二者均在試驗室之上層。回水槽用以研究水流對於船舶之阻力等問題，在試驗室之下層。試驗室之面積，長為四十三公尺，寬為十六公尺。與試驗室毗連者有

陳列室,研究室,製圖室,攝影室,儀器室,儲沙室,模型儲藏室,工料室等。試驗室內部平面布置,參觀第一圖甲,渠槽及回水槽之縱剖面,參觀第一圖乙,河槽之縱剖面,參觀第一圖丙,蓄水櫃之橫剖面,參觀第一圖丁,回水槽之橫剖面,參觀第一圖戊,試潮機之橫剖面,參觀第一圖己。各部之詳細結構,臚舉之如下:

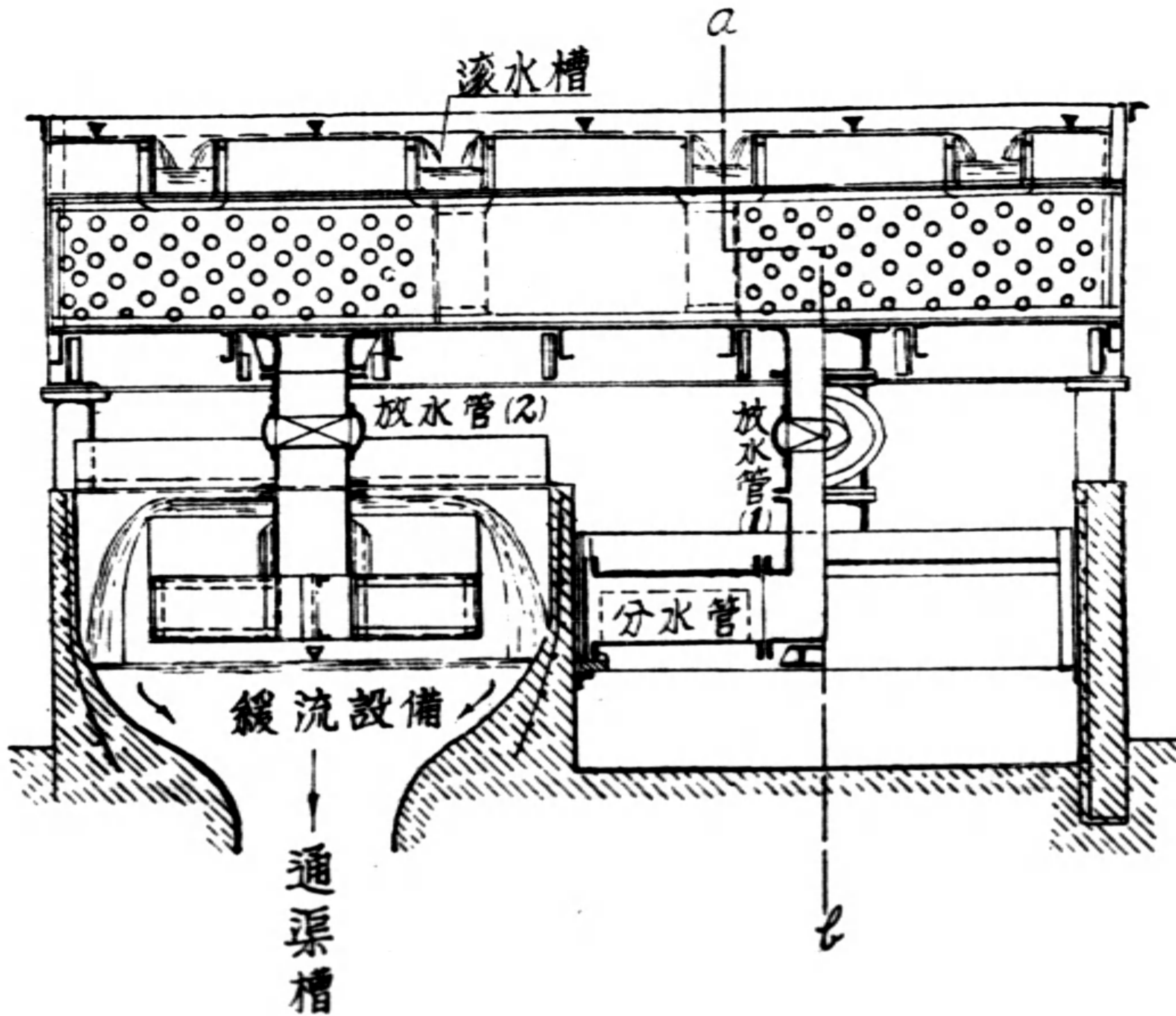
一.水之供給 河槽應用之洪水流量,估計約達每秒二百立



(乙) 剖面 a-b



(丙) 剖面 c-d



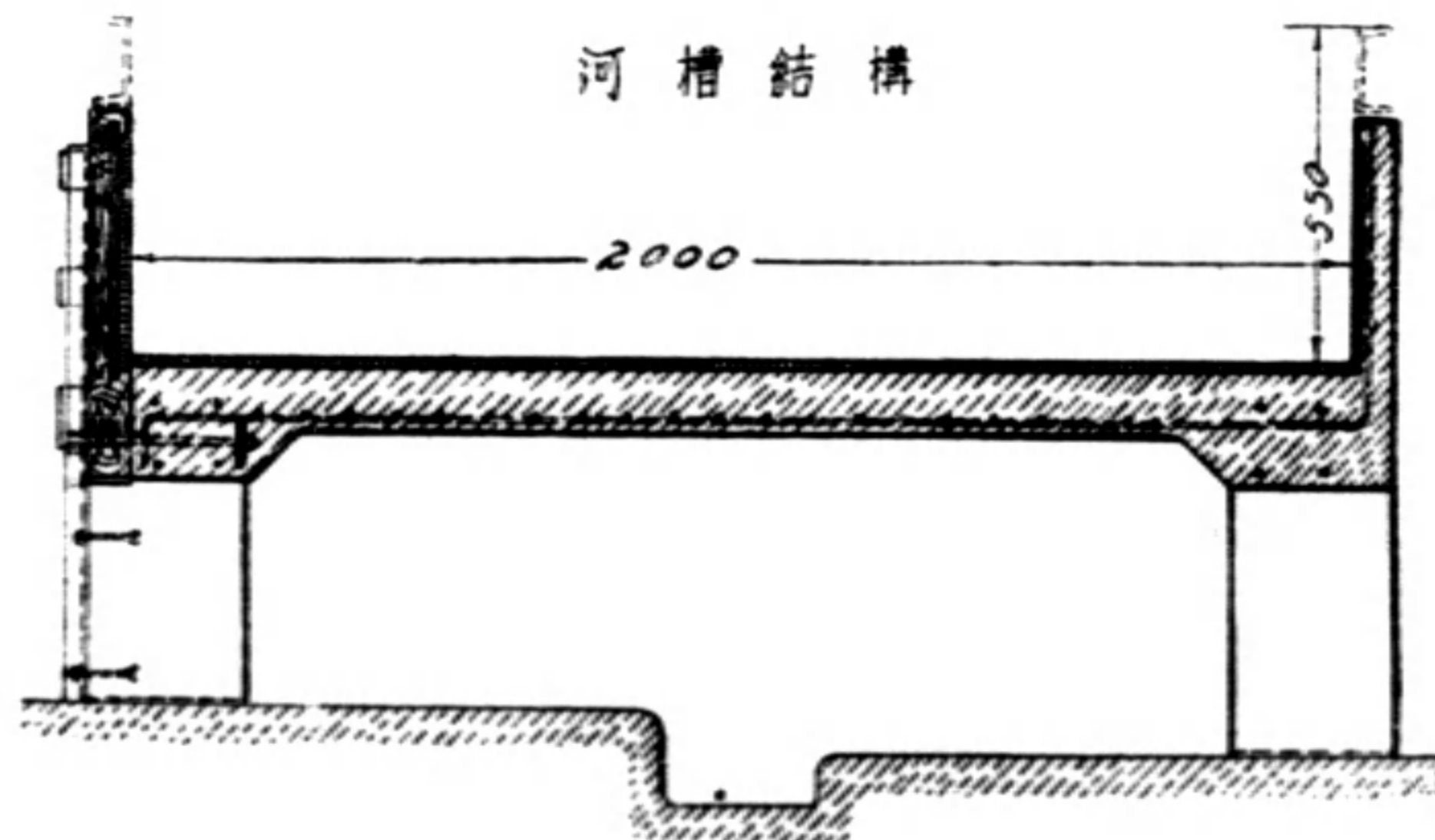
特, (公升) 故用抽水機兩架, 每架抽水之能力, 為每秒一百立特。水從回水槽內, 抽送至蓄水櫃, 由蓄水櫃導入渠槽或河槽, 復匯入回水槽。故試驗之時, 可藉有限之水量, 令其循環迴轉, 而資運用。此項水量, 係一次取給於自來水, 除蒸發之消耗外, 幾無其他損失。流量之多寡, 有制水活閥 (Schieberstellung) 節制之。

二、蓄水櫃 蓄水櫃之位置, 與河槽成丁字形。而櫃內之結構, 可使流入河渠二槽之水量, 各不相礙。當水抽入蓄水櫃之時, 先達進水櫃, 再達緩流櫃, 緩流櫃裝有篩孔板, 水流經過, 可企平穩。而蓄水櫃中之水面高度, 於試驗之時, 應保持勿變, 故又安設滾水槽, 使溢出之水, 經回水櫃逕返回水槽。試驗用水, 由放水管 (1) 導入河槽, 放水管 (2) 導入渠槽, 水量之多寡, 皆有活閥節制。而於放水管及試驗槽之間, 又有緩流設備, 務使水入試驗槽之前, 不致湍激。此外又有放水管 (3) 可導水直達試潮機, 專供試驗潮汛之用。全部詳細結構, 參觀第二圖甲乙丙。

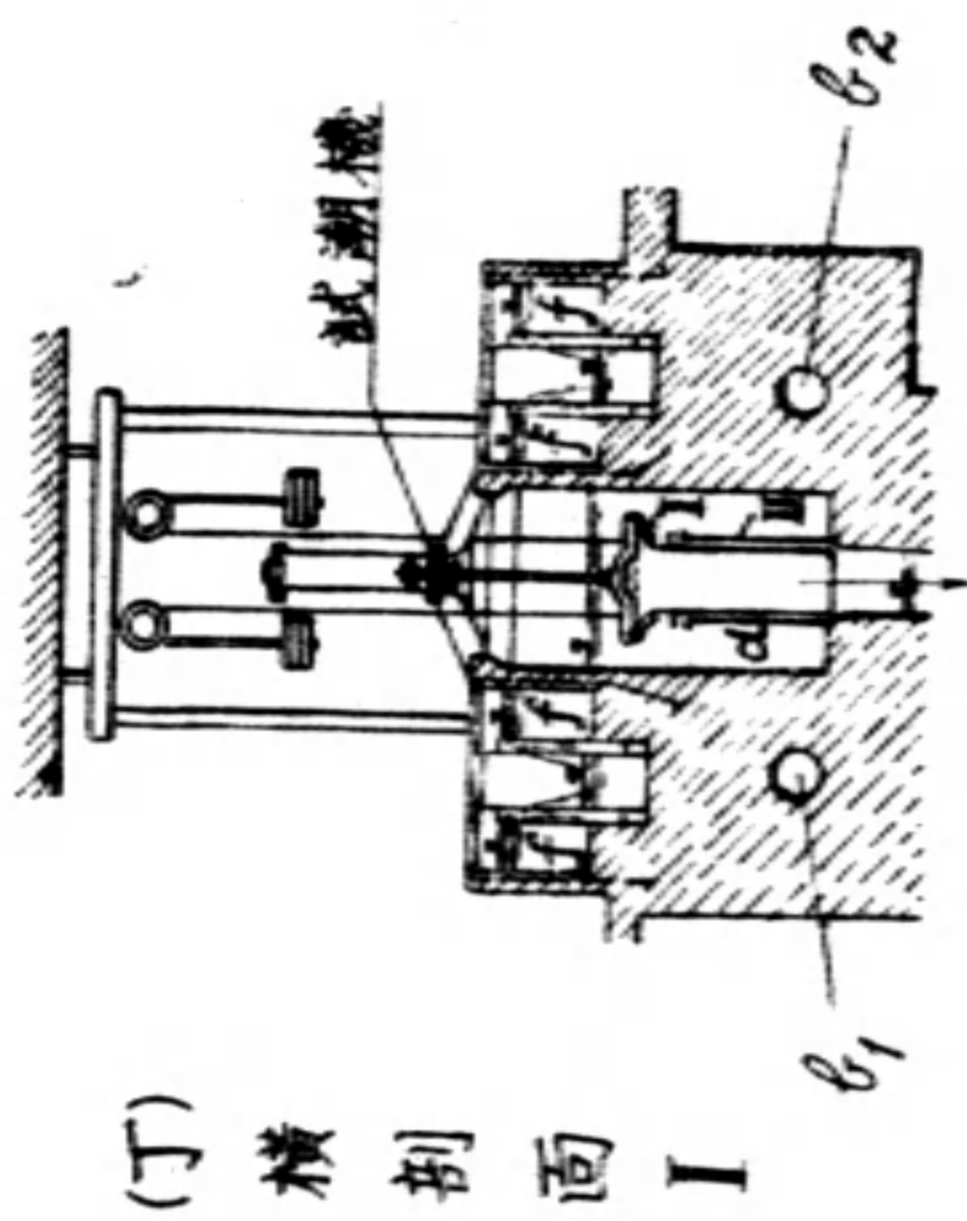
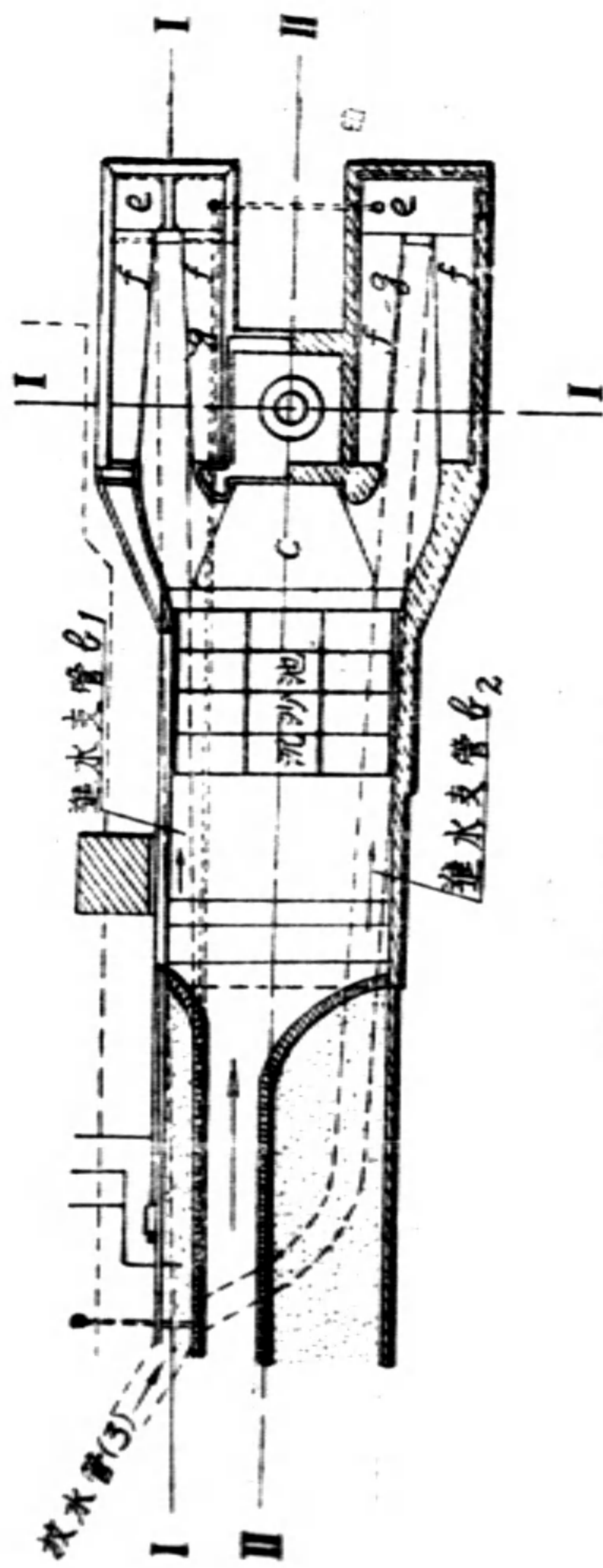
三、河槽 河槽係用鋼筋混凝土所製, 寬度為二公尺, 長度為三十公尺。槽床之上鋪沙, 河底之斜度, 以鋪沙之厚薄表顯之。河槽邊欄之一, 可以拆卸, 鑲以木質槽床, 用作試驗河灣或支流之用, 其寬度可達八公尺。河槽之末端, 安設沉沙池, 為囊積沙粒之用。參觀第三圖及第四圖甲。

第三圖

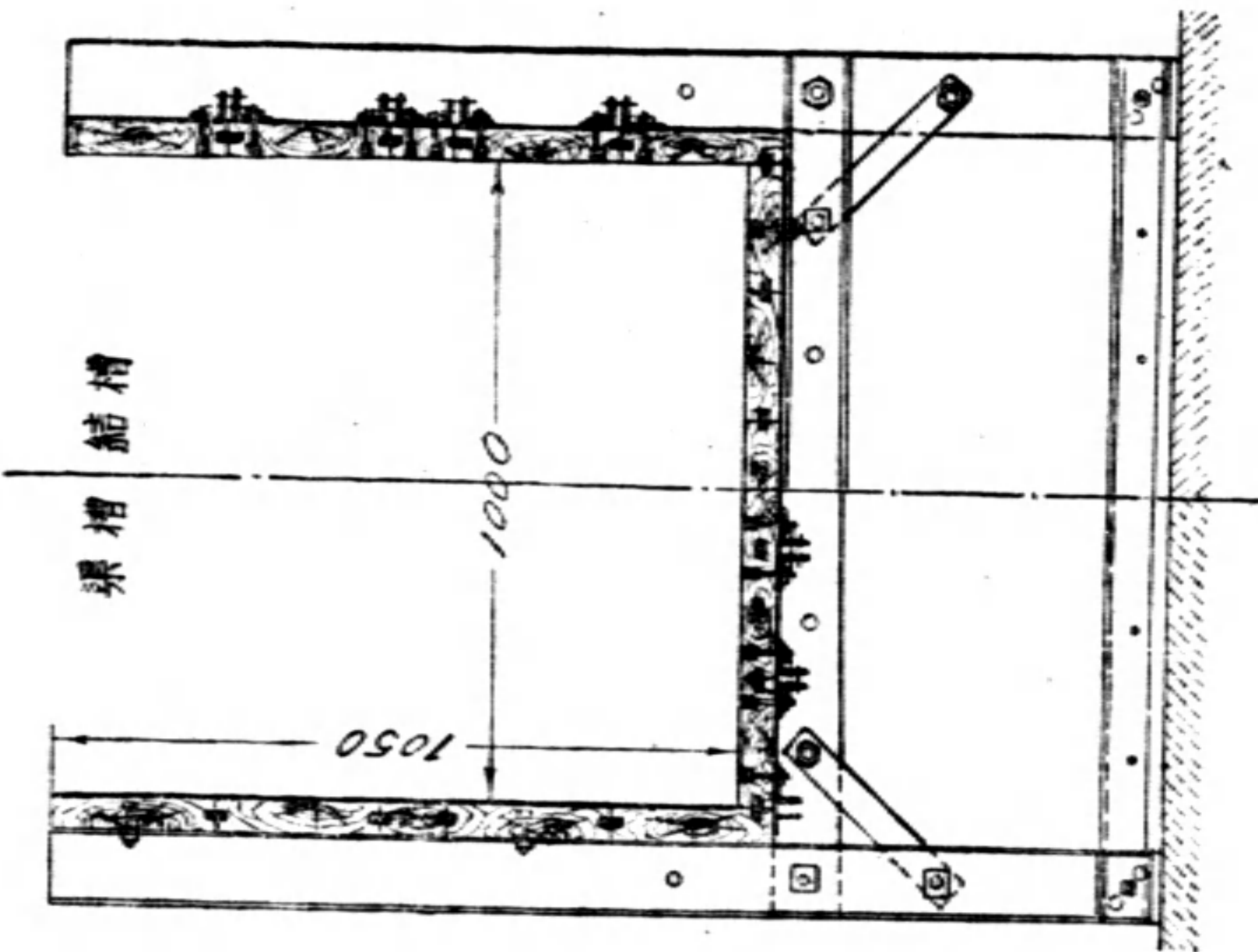
河槽結構



第四圖 河槽及試潮機平面圖(甲)

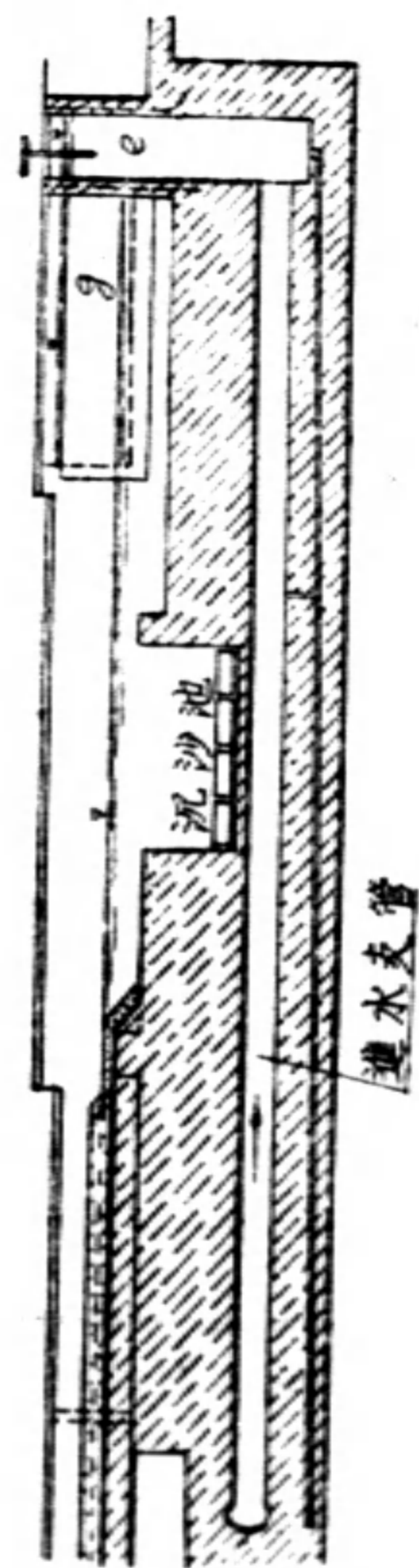


(丁) 橫剖面 I

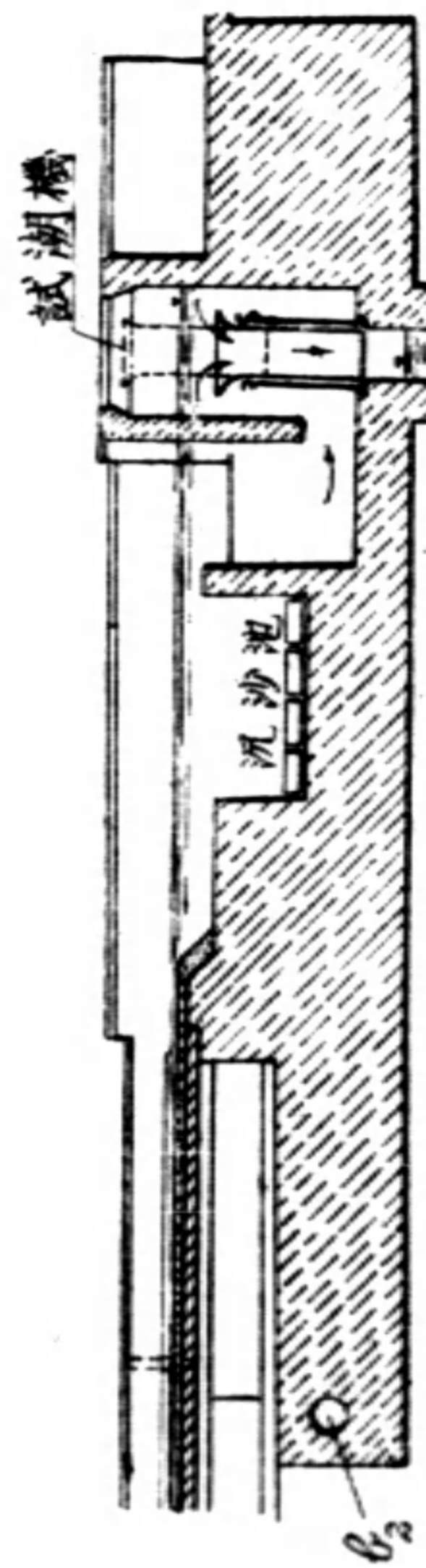


第五圖

(乙) 縱剖面 I



(丙) 縱剖面 II



四.試潮設備 設潮機之主要部分,爲二直立之管,下管(II)固定不動,上管(I)可藉水壓之變換而升降,參觀第四圖丁。試潮之水,自蓄水櫃,由放水管(3)傳送而來。管之末端,分成 b_1 b_2 兩支管,導水先入橫槽 e,再入縱槽 f,越過槽沿 g,而至 c 槽,再達 d 筒。如是則 e f 兩槽之水量,可與試驗槽內之水面變化,不發生關係。而支管 b_1 b_2 放水入 e 槽之處,並裝設活閥。節制流量。試驗潮汛之際,河槽之水下流而橫槽 f 之水逆上,但 d 筒放出之水,可以任意變化。假設河槽下流之水量爲 Q_1 ,由水槽 f 越沿而出之水量爲 Q_2 ,放出之水量爲 Q_3 ,則漲潮落潮之現象,可用下式表明之。

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 \dots\dots\dots \text{無潮}$$

$$Q_3 > Q_1 + Q_2 \dots\dots\dots \text{落潮}$$

$$Q_3 < Q_1 + Q_2 \dots\dots\dots \text{漲潮}$$

其詳細結構參觀第四圖丙丁。

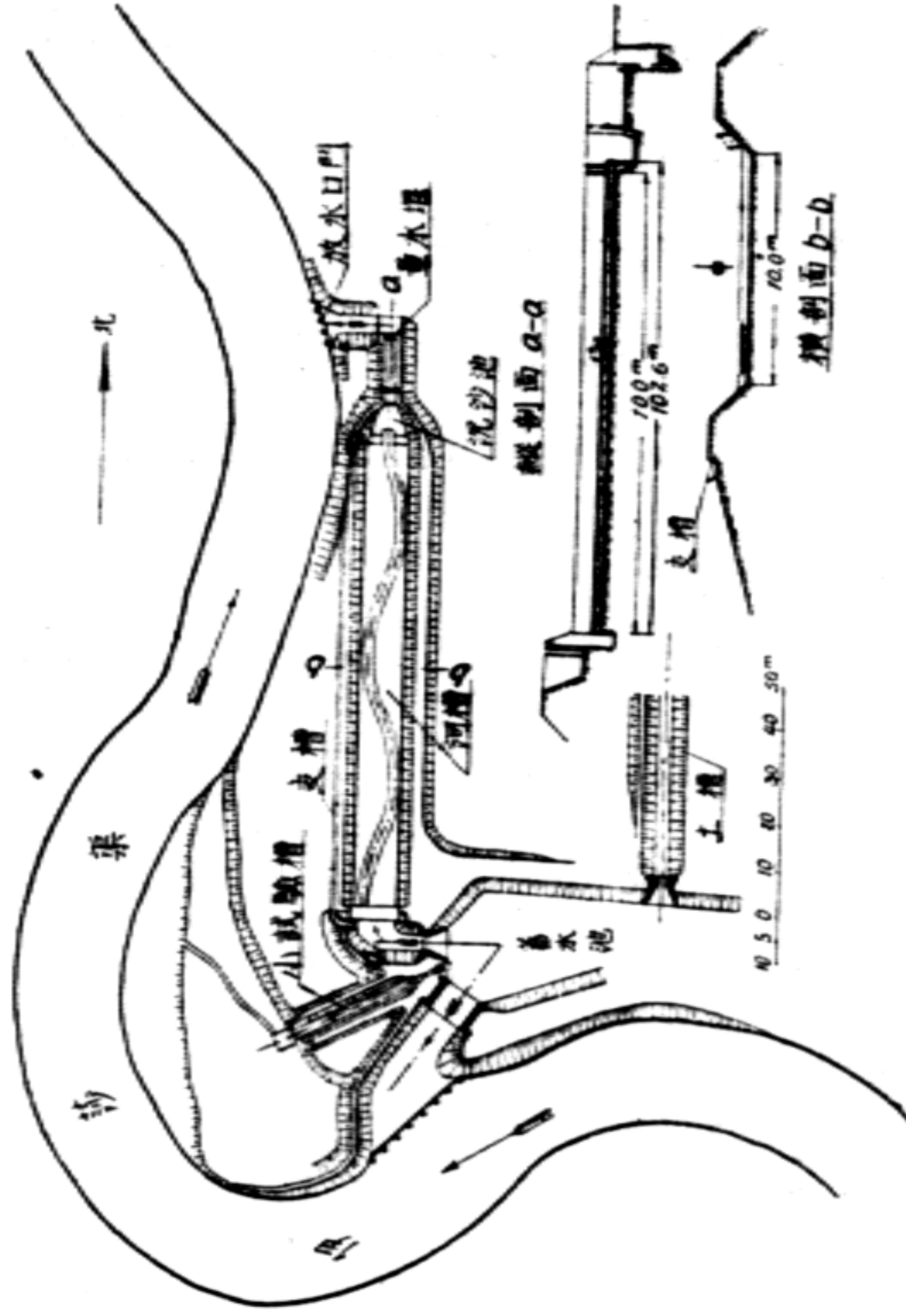
五.渠槽 槽以木製,形方,範以鉄箍。試驗之時,如需要槽之寬深在一公尺以內者,可藉木板之闊狹任意支配。水之來源,係由蓄水櫃經放水管(2)導入渠槽。由渠槽流出之水,或經過測驗流量之設備放入回水槽,或直接放入回水槽。其結構參觀第五圖。

六.回水槽及其他設備 回水槽長約二十五公尺寬約三公尺。其由河槽與渠槽放出之水均歸納於斯。地位在試驗室之下層,上用鉄板掩蓋。試驗室內,其他重要設備如湯姆生式之滾水堰(Thompson-Ueberfall),可用以測驗流量,電力起重機,可以往來於試驗室之間。特殊之零星設備,亦屬甚多,茲從略。

第四節 水工巨型試驗場及其最近報告

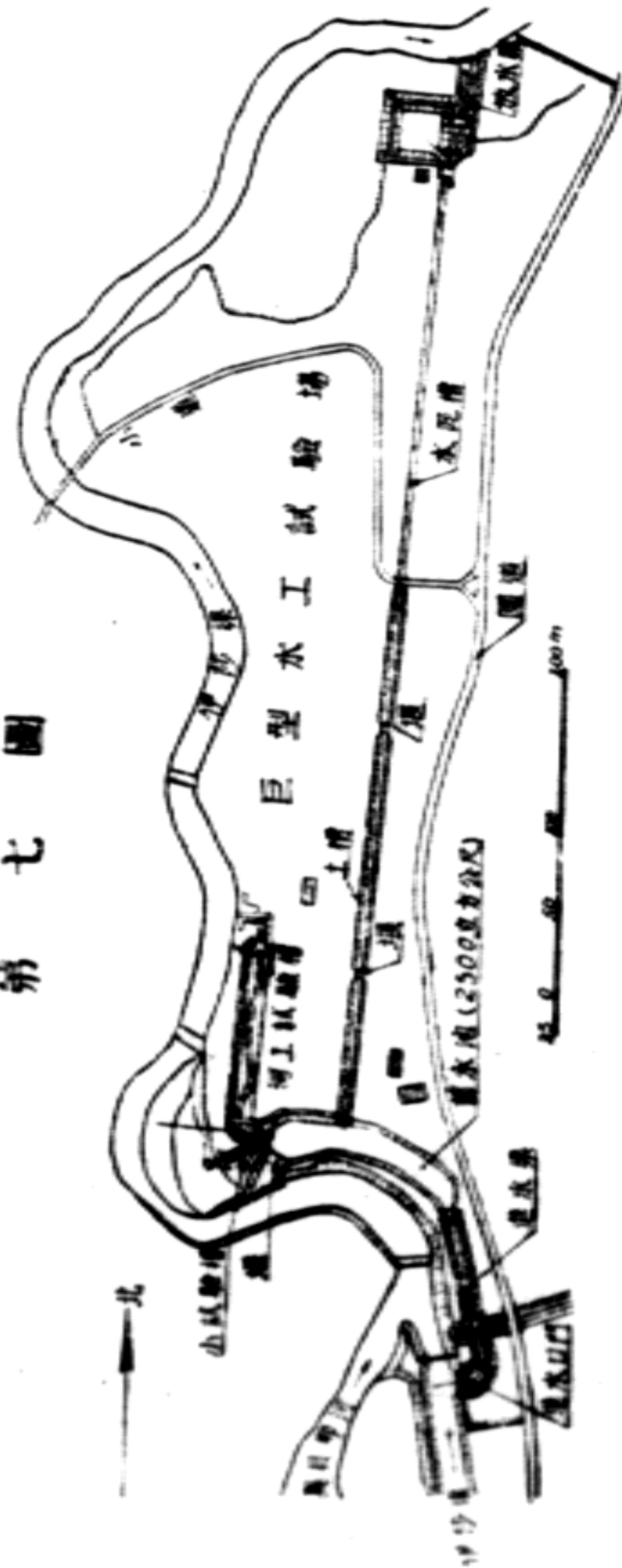
一九二六年,德國在南部奧貝那谷(Obernach-Tal)瓦痕湖(Walchensee)附近,創設大規模之水工及水力試驗場(Forschungs-Institut für Wasserbau und Wasserkraft)。合力經營者,爲德國政府,巴燕邦政府,及威廉皇帝學院(Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft)。試驗場所佔地計十萬平方公尺,約合中國一百五十餘畝專供水工及水力試驗之用,其

第八圖



第六圖
水工巨型試驗場地盤圖

第七圖



位置參觀第六圖。所用水量全部取給於瓦痕湖水力廠之水渠內。此項水渠名曰伊莎渠 (Isar-Kanal) 在克銀鎮 (Kruen) 之南與伊莎河 (Isar) 接通,北流至瓦痕湖之南端約二公里處,與奧貝那河匯合。試驗場之進水口門即在該處,參觀第七圖。進水量約為每秒八立方公尺,先經進水渠達蓄水池,池之面積,為二千五百立方公尺。試驗時所用之水均由蓄水池分配水量,達于試驗槽內。該試驗場之工程開始於一九二八年,翌年夏,工竣開幕,此乃水工試驗場之大概情形也。

一九三一年夏,恩格司教授,曾利用此項水工試驗場作大模型之試驗,證明前在薩克遜大學水工試驗室內,由小模型試驗河流沙質移動之狀況,與現在之結果,完全符合。惟以巨型試驗比例較大,觀察更加精密,因以發明下列三項之重要結果:

- 1.) 河底之變化,在洪水期內為最大。
- 2.) 導水堤 (Leitdeiche) 對於航道有較佳之影響。
- 3.) 縮狹堤防之距離,不能使洪水面降落。

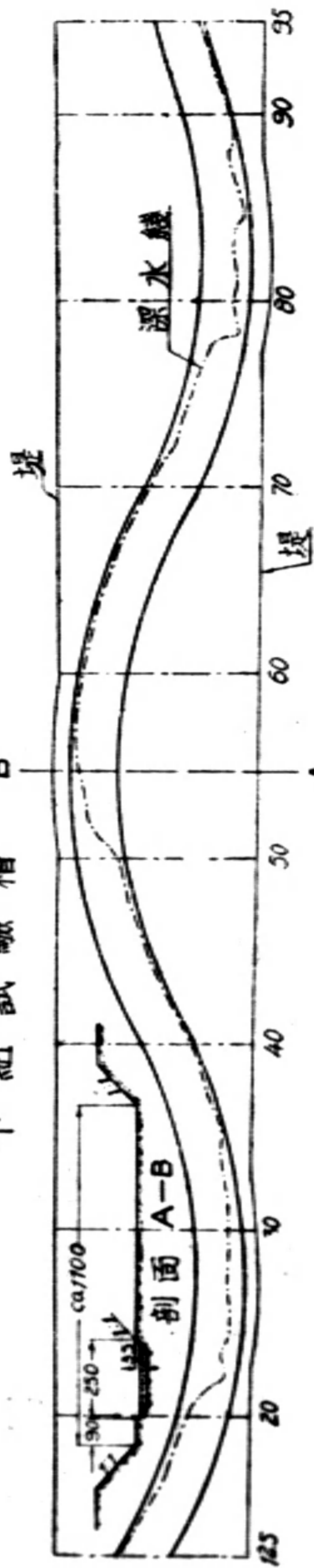
茲依據恩格司氏最近之試驗報告,摘要述之如下:

先是恩格司氏在薩克遜大學水工試驗室作一模型,與愛比河 (Elbe) 之河灣相類。試驗之題,為河流挾沙之情形,及水位升降與河床形態之關係,所得之結果,與實地觀察天然河流所得之現象,大都符合。但以模型較小,所製河道剖面之比例,不能盡與天然河道相似。又以試驗時,所選洪水位與低水位流量之比例,較諸天然河道內略有差異。並假定洪水未嘗溢出河槽,而模型內所用之沙,又係洗淨之沙,其大小參差之程度,不能與天然河道所挾之砂質相合。故試驗之結果,當然不能完全適合。是以恩格司氏提倡利用大模型試驗,矯正前項謬誤,加以精密觀察。恩氏所用之河工試驗槽,為長方形,其布置參觀第八圖。槽之長度為一百公尺,寬為十公尺,兩旁之坦坡為一比一,河床斜坡為千分之五。試驗用水由蓄水池放入河槽模型,經過沉沙池及量水堰復行流入伊莎渠。在此

試驗槽內，製成河道模型仍與愛比河之河灣相似。縮小之比例約為五十五分之一。橫剖面為梯形，上面寬度為二百五十公分，河床及兩邊灘地之坦坡，均為千分之一，岸之坦坡為一比一。此種河道模型，其低水位之水深與河寬之比例為五十分之一，在小模型內僅為八分之一。故所得之結果，大致均可與天然河流之現象相比擬也。

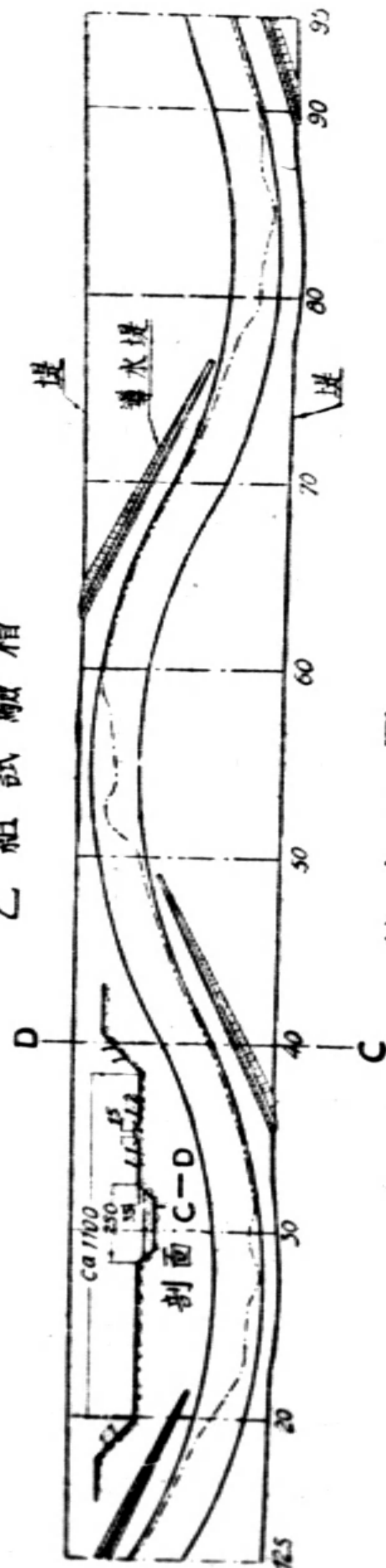
第九圖

甲組試驗槽



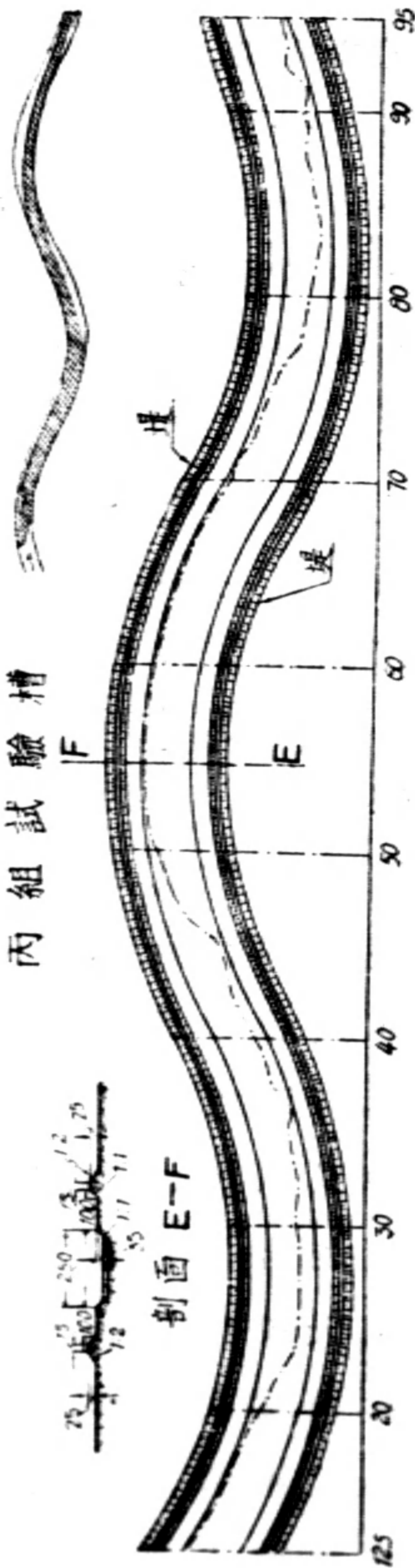
第十圖

乙組試驗槽



第十一圖

丙組試驗槽



第十二圖

河道模型內所製之堤計分三種。各別試驗時均用同一河槽。低水與中水洪水之流量，及水流之時間亦相同。水流時之斜度，均為千分之一。沙粒之注入與放出，務求維持平衡狀態。其試驗之程序共分三組述之如下：

(甲)洪水堤為直線，堤距約為十一公尺，參觀第九圖。

(乙)堤之情形與(甲)組同，惟灘地上加築導水堤，(Leitdeiche) 參觀第十圖。

(丙)洪水堤之位置隨河流彎曲，堤距為四公尺半，參觀第十一圖。

每組模型試驗之手續相同，臚舉如下：

- 1.) 試驗槽內經過五十小時久之中水位流量，測定水面斜坡，然後使河底涸乾，測其剖面。
- 2.) 再行放水入槽，既達中水位後，於六小時內逐漸增加水量，使由中水位，升至洪水位，然後經二十四小時久之洪水位流量，測定水面斜坡，涸出河底，測其剖面。
- 3.) 又復放水入槽，既達洪水位後，於十二小時內逐漸減少水量，使由洪水位降至低水位，再經二小時久之低水位流量，測定水面斜坡，並測量剖面。

上項試驗，所採用之流量，低水位為每秒 17 公升，中水位為每秒 172 公升，洪水位為每秒 548 公升。放水處設立測水堰，所有各項流量，均於此測驗之。堰之寬度為二公尺半，測得堰口瀉水之高度為 h ，(Ueberfallhoehe) 可用下式計算流量 Q 。

$$Q = 1.9 \cdot 2.5 h \sqrt{h}$$

試驗時，注入之沙與放出之沙，欲求其平衡，須有一種專門技術，此項技術，乃得之于經驗。務使注入之沙，完全依照規定之時間與數量，于試驗洪水位時，沙祇注入河槽內，勿使注入灘地。灘地為搗堅之粘土，當洪水流過時，因速率甚緩，不致發生裂痕。

試驗時所測各剖面，其相隔距離，最多為 1.25 公尺，適為河槽

寬度之半。其在剖面內所測各點之距離，依剖面之形狀而定，但最多不得過二十公分。甲組試驗共測 235 個剖面，乙組試驗共測 232 個剖面，丙組試驗共測 298 個剖面，綜計 765 個剖面。依據此項剖面，製成各項圖樣研究後所得之結果如下：

一、沙質之推移 沙質之推移，除用目力視察外，並散放紅磚粉，觀其推移之狀況，所得之結果，與恩格司氏用小模型試驗之結果，完全符合，參觀第十二圖。惟洄出河床後，發見細沙停留於凸岸之前，粗沙則沿凹岸留積，與天然河流之情形相符，此項結果僅能得之于巨型試驗。恩氏前用細沙在小模型內試驗則見河底上之細沙現出一種不規則之波痕(Riffelu)。在大模型內試驗，則河床仍然光滑，沙粒在河床上成長脊形(Ruecken)向前移動，其上端坦坡甚小，下端坦坡甚陡。水量漸增，則河灣前之深槽，與兩灣間之淺槽，其高度相差亦漸大，此種現象，亦祇可在大模型內見之。

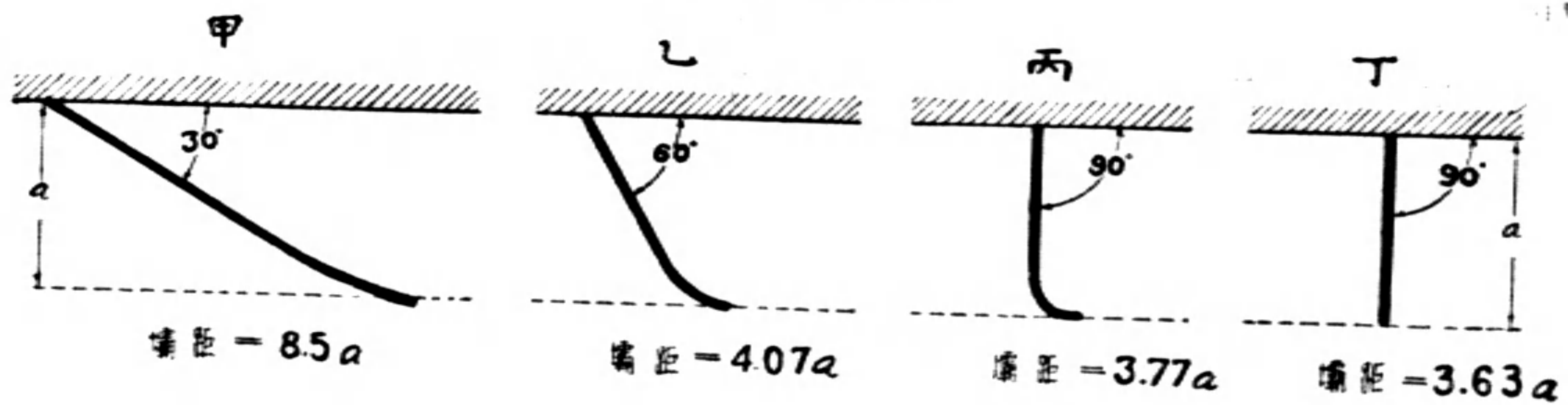
二、堤之影響 觀察甲乙丙三組之圖，可知河床之不規則變化，在洪水期為最大。此項河床變化，雖經過洪水期後之低水位未嘗略有改變。又當丙組試驗時，低水位後通過五十小時久之中水位流量，亦未能使此種不規則之河底變化，再有更動。又觀察洪水對於河床之影響，互相比較，在甲組為最小，在丙組為最大。即河床深凹處與隆起處之高差，在甲組為最小，在丙組為最大。且河床上沙質隆起處之長度，在甲丙二組為最短，在乙組為最長，故乙組之沙脊最為平直。由此可知導水堤影響於水流為最佳。而低水期內沙質隆起處之水深，於甲組及丙組，為五公分，在乙組為八公分，益可證明導水堤之優點。按丙組堤之目的，在使洪水水位河岸縮狹之後，可以刷深河槽，因以降落洪水水位之水面，然根據試驗之結果，則大謬不然。即使放出之沙，多於注入之沙，洪水面仍不見降落，或反致升高。如于中水位後，再通過二十四小時久之洪水位流量，并使沙之放出與注入，近乎平衡，亦不見水面之降低。此項結果，對於河工設計，甚為重要。但欲詳細研究此項重要問題，容再依據各河流

之特性,在更大之河道模型內試驗之,

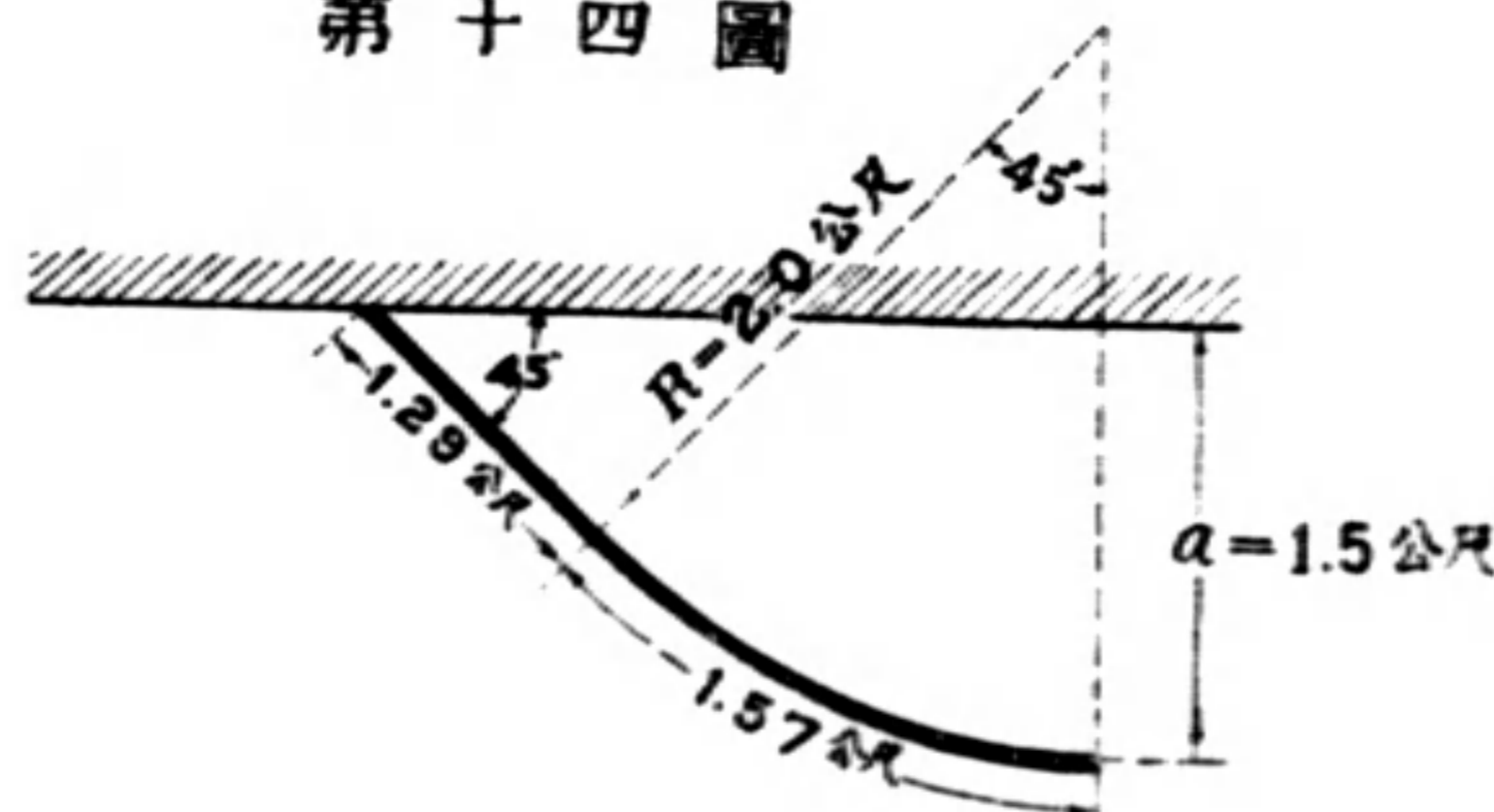
第五節 結論

水工模型試驗,對於治導河流之重要,既如上述。吾國自去歲水災以後,全國河流之急待修治,婦孺皆知。則水工模型試驗室之創設,實亦不容或緩。且試驗之工作,需要相當之研究時期與經驗。非試驗室成立之後,各種治導方策即可隨之而產生,故尤須培植人才,專力研討,方克於事有濟。而吾國為害最烈之黃淮,其治導之策,更非倉卒所能決定,自宜採取世界水工專家之意見,以期集思廣益。現在世界水利專家,對於黃淮之治導方策,熱心研究者,頗不乏人,其最著稱者,如美國之費禮門氏,氏曾於一九一九年來華考察黃淮,對於導淮擬有較詳之計劃發表。嗣氏遊歷歐洲,參觀各處水工試驗場所之後,乃有請求德國恩格司氏試驗黃河計劃之舉。費氏以外,又有德國薩克遜大學教授恩格司氏,氏為創設河工試驗室之鼻祖,亦素以研究黃河為志,二十年來孜孜研討不倦。一九二三年秋,曾應費禮門之請求,試驗黃河挑水壩之距離,結果非常

第十三圖



第十四圖



圓滿。氏曾選擇四種挑水壩之位置，研究最經濟之壩距，參觀第十三圖甲乙丙丁。依據試驗之結果，選定挑水壩之形態，如第十四圖。彼時恩氏又著制馭黃河論，主張以固定中水位之河槽，為治導之主旨，一九二四年春恩氏以七十之稀齡，辭退講席，惟仍願以衰邁之年，遊歷中華，實地考察黃河，以竟厥志。顧以吾國內亂頻仍，未能成議。一九二八年導淮委員會成立，曾電聘恩氏為顧問工程師，而氏適患病，遵醫囑，不果行。導淮會乃改聘德國漢諾佛大學教授方修斯 (Franzius) 來華，方氏亦恩氏之弟子也。方氏於贊助導淮計劃外，兼研究治導黃河之策，主以縷堤束水，刷深河槽，蓋即明代潘尙書季馴築堤束水，束水攻沙之遺意也。恩方二氏之意見，大同小異，往返討論甚多，仍在繼續試驗研究之中。方氏在德國漢諾佛大學亦據有著名之水工試驗室。而恩氏則更進一步利用大模型試驗場，為試驗黃河之用，於本年六月開始工作。吾國方面，並由魯豫冀三省會派李賦都君參加試驗。期限約需百日，年內當有報告發表，此乃最近世界水工專家研究治導黃河計劃之情形也。噫，吾國苟能一面自建大規模之試驗室，隨時依據實地之情形，試驗各項難題，以為治導之張本。一面蒐集吾國歷代關於水利之文獻，以明河流變遷之沿革，更參酌名家之意見，確定治導之方策，他日實行治河，其利益豈淺鮮哉。

十進制

蕭 靄 士

杭江鐵路顧問工程師，美國土木工程師學會正會員

十進制 (Metric System) 之在今日，既有專籍以事研究復經中國政府及世界多數國家，正式採為標準制度，似毋須工程師之再加討論矣。然猶有不能已於言者，何哉？良以此種制度之輸入中國工程師與之不無深切之關係耳！夫工業未發達之國家，所需之構造原料，及機械，大都須仰給於國外，如英與美，其所用度量衡制度仍固守其舊有之標準，沿用長噸 (Long ton) 短噸 (Short ton) 之名稱。其餘如 43,560 平方呎為一畝 (Acre)，16½ 呎為一杖 (Rod) 231 立方吋為一加侖 (Gallon)，而帝國加侖 (Imperial gallon) 又較大百分之二十，凡此種種，苟欲與之完全斷絕關係，殆勢所難能。雖然，苟能以最大之決心，繼續努力，未嘗不可以將此種不良制度加以擯棄也。

中國舊時之度量衡制度，惜無公衆承認之基本單位以為標準。倘無此缺點，恐數百年前，早已普遍於世界各部矣，因實際上，幾完全為一基於十進之制度也。今欲革除舊制，而改用新制，必有堅決之努力，或大事更張，始能奏效，吾輩工程師，尤宜勿失時機，促其早日實現焉。

倘用嚴刑厲法，以推行新制，則著者對此，不無躊躇。憶曩在墨西哥時，曾因誤犯，而致對簿公庭。此種經歷，誠生平第一次，至今猶覺赧然。蓋在墨西哥內，不特明定十進制為全國之標準，抑且嚴禁國人使用或仍存留舊式之度量衡器具，違者必科以罰金，或繫諸

* The Metric System, by Arthur M. Shaw.

囹圄，甚至二者皆不能避免。惟操靴（Boot-legging）業者，仍沿用舊式制度，幾遍及全國，而政府竟視若無睹。然當外國工程師偶用舊式天平，以證明售賣物品於軍營中之商人，確已短少分量時，則其奸商必往報警署：謂吾人尚有舊式天平之存在，於是逮捕隨之矣。縱告以此類不法器具久在本城大街中之舊貨店內出售，今不過偶用之以試驗奸商，並無惡意云云，亦不足以動有司之聽聞，減絲毫之罪戾。苟非賴私交之誼，至少難免一夜之羈留。古墨西哥之監獄，殊非消閑之樂土也！

但吾輩工程師中大多數因平時用慣英制，對於公分公里等單位，輒覺不能運用如意，苟能稍事練習，亦不難糾正之也。

工程師目為最紛繁而不能統一者，首推鐵道測量之事。最近中國大學內特設專科，以研究之者，惟有一校。而其中所用測量之器具，如鏈尺捲尺等，皆為英制。其定曲線也，則以百呎之弦長為標準。此法在中國鐵道上，用之者頗多。至今學校猶沿用之，蓋於必要時，用以重定舊線者也。惟其主要標準，仍須遵照鐵道部所公定之規章，其言曰：

『鐵道曲線之劃定應以二十公尺之弦長所對中心角之度數為準。』

此項規定，足以使十進制適用於美國鐵道定線之方法。因後者為近世最良制度，不過所用之單位相異耳。英國工程師習於用整呎（Even feet）（或用鏈尺與環尺）之半徑以表明曲線。然當彼等從事於殖民地之鐵道工作時，毅然採用美國之方法於時間並無損失。現今中國工程師之從事於定線測量者，尚用整長之半徑，（如200, 250, 300公尺等）以表示曲線殊可異也！

上述二種鐵道曲線定置方法之討論，在未經實地運用之人視之，不啻純為一種理論，終無實際施用之可能；然其中實有價值存焉。蓋在實際工作時，曲線之半徑，不過具學理上之興趣而已。為工程師者，曾否想及其曲線中心點之位置與距離，殊屬疑問。其所

樂用者，亦不過就切線(Tangents)，而量其偏倚角(Angles of Deflection)，以定曲線之位置而已。倘每釘一中心樁於曲線時，其偏倚角必須臨時計算，或須自表冊中找尋，則實地工作必因而遲鈍矣。苟測量者，不有非常之熟悉，則當其旋轉角度至奇數，或餘數分時，鮮有不發生無意之錯誤者，此在整長半徑制度中固難以避免也。

若用整角制度(Even-degree System)則不然，測量者如遇曲線之起點與終點，為零餘站數時，僅須計算與旋轉其零餘偏倚角而已。其餘之偏倚角，皆為整數。即不然，亦不過四分之一度耳。故其工作，因是而迅速，旋轉或記讀角度時，所引起之錯誤，亦可實際免除。而在測量者，尤可減少無謂之麻煩也。

其在整長半徑制度中，用公尺以表明曲線者，則為之解釋曰：以20公尺之弦長，為標準之十進制，固甚佳矣。然求其單位角曲線(One-degree Curve)之外距(Externals)，與切線(Tangents)之各種表冊，如美國出版之手冊中所列，以百呎之弦為準者，殆不可得。反之，日本出版之各種手冊中，關於各種半徑之曲線，所有之偏倚角表詳至一分之幾分之幾者，固甚易得也。

著者因鑒於上述情形，故決心努力於編輯此項表冊，以期適合於中國政府各鐵道之用。初則搜集未成；繼乃自行編製。幸未久接得美國土木工程師學會會員，Fred Lavis君之覆函，對於前此所詢一切，解答甚詳，并謂是種表解，曾在其所著鐵道之測量與估計(Railroad Surveys and Estimates)一書中附同出版。該書雖已絕版，幸著者尚存一冊。茲承Lavis君，與該書出版人之慨然通融，准許該項表解，在中國重版；并允作為本篇之一部份。著者亟望其能俾諸實用，將其印為多數之手冊式小本，使為工程師者，咸人手一編，庶不負著者之初衷耳！

其在德法各國，亦或有此類表冊之存在，不過至今猶未發見。如能得之，其對於用英制測量者，有極大之便利，此種表冊，可附入書中，以備應用。本篇所附各表，為歐美各國之久已採用十進制為

標準者所通行。就中如著者曾經服務之各鐵道，皆將此種表解，印於藍晒紙上，以供測量之用。

日本與中國因文字之類似，故其出版之鐵道手冊（Railway Hand-books），猶多用於中國。惟圖表素無中西之別，文字上之困難，更無從說起。然則今日中國從事於鐵道定線者，尙根據何種充分之理由，而繼續採用既多繁難；又易錯誤之日式制度耶？故著者敢言曰：中國政府所定之標準，爲極合理之制度，無論何處，皆當採用也。（鄒輪譯）

應用十進制之鐵道曲線表

以二十公尺之弦長爲準

篇中所列各表，原爲 Fred Lavis 之『鐵道定線測量與其估計』書中一部份。茲經國民政府建設委員會顧問工程師 Arthur M. Shaw 編輯成篇，并承著者與出版諸君特許在中國再版。

一九三一年十二月廿八日 蕭靄士識於杭州。

第十三表 公度曲線之半徑*

20公尺 之弦所 對之角 度	曲線之 半 徑	角 度		角 度		角 度	
		半 徑	半 徑	半 徑	半 徑	半 徑	半 徑
0° 10'	6875.5	20	859.46	40	429.76	4° 0'	286.54
	5729.6	22	838.49	42	424.45	2	284.17
	4911.1	24	818.53	44	419.28	4	281.84
	4297.2	26	799.50	46	414.23	6	279.55
	3819.7	28	781.33	48	409.30	8	277.30
		30	763.97	50	404.48	10	275.08
		32	747.36	52	399.78	12	272.90
		34	731.46	54	395.19	14	270.75
		36	716.22	56	390.70	16	268.64
	38	701.60	58	386.31	18	266.55	
20	3437.8	40	687.57	3° 0'	382.02	20	264.51
	3125.2	42	674.09	2	377.82	22	262.49
	2864.8	44	661.13	4	373.71	24	260.50
	2644.4	46	648.66	6	369.70	26	258.54
	2455.5	48	636.65	8	365.76	28	256.61
	2291.8	50	625.07	10	361.91	30	254.71
	2148.6	52	613.91	12	358.15	32	252.84
	2022.2	54	603.14	14	354.45	34	251.00
	1909.9	56	592.74	16	350.84	36	249.18
1809.3	58	582.70	18	347.30	38	247.39	
40	1718.9	2° 0'	572.99	20	343.82	40	245.62
	1637.0	2	563.59	22	340.42	42	243.88
	1562.6	4	554.51	24	337.08	44	242.16
	1494.7	6	545.70	26	333.81	46	240.47
	1432.4	8	537.18	28	330.60	48	238.80
	1375.1	10	528.92	30	327.46	50	237.16
	1322.2	12	520.90	32	324.37	52	235.53
	1273.3	14	513.13	34	321.34	54	233.93
	1227.8	16	505.58	36	318.36	56	232.35
1185.4	18	498.26	38	315.44	58	230.79	
1° 0'	1145.9	20	491.14	40	312.58	5° 0'	229.26
	1109.0	22	484.22	42	309.76	2	227.74
	1074.3	24	477.50	44	307.00	4	226.24
	1041.8	26	470.96	46	304.28	6	224.76
	1011.1	28	464.60	48	301.61	8	223.30
	982.23	30	458.40	50	298.99	10	221.87
	954.95	32	452.37	52	296.41	12	220.44
	929.14	34	446.50	54	293.88	14	219.04
	904.69	36	440.78	56	291.39	16	217.66
881.49	38	435.20	58	288.94	18	216.29	

* 此表係自美國 Kansas City, Mo. 土木工程師學會會員 H.H. Filley 氏所著「測量用表」書中

第十三表 公度曲線之半徑(續)

角 度	半 徑	角 度	半 徑	角 度	半 徑	角 度	半 徑
20	214.94	40	171.98	8° 0'	143.36	20	122.91
22	313.60	42	171.13	2	142.76	22	122.48
24	212.29	44	170.28	4	142.17	24	122.04
26	210.98	46	169.45	6	141.59	26	121.61
28	209.70	48	168.62	8	141.01	28	121.19
30	208.43	50	167.79	10	140.44	30	120.76
32	207.17	52	166.98	12	139.87	32	120.34
34	205.93	54	166.18	14	139.30	34	119.92
36	204.71	56	165.38	16	138.74	36	119.51
38	203.50	58	164.59	18	138.18	38	119.09
40	202.30	7° 0'	163.80	20	137.63	40	118.68
42	201.12	2	163.03	22	137.08	42	118.28
44	199.95	4	162.26	24	136.54	44	117.87
46	198.80	6	161.50	26	136.00	46	117.47
48	197.66	8	160.75	28	135.47	48	117.07
50	196.53	10	160.00	30	134.94	50	116.68
52	195.41	12	159.26	32	134.41	52	116.28
54	194.31	14	158.53	34	133.89	54	115.89
56	193.22	16	157.80	36	133.37	56	115.51
58	192.14	18	157.08	38	132.86	58	115.12
6° 0'	191.07	20	156.37	40	132.35	10° 0'	114.74
2	190.02	22	155.66	42	131.84	2	114.36
4	188.98	24	154.96	44	131.34	4	113.98
6	187.94	26	154.27	46	130.84	6	113.60
8	186.92	28	153.58	48	130.35	8	113.23
10	185.91	30	152.90	50	129.85	10	112.86
12	184.92	32	152.22	52	129.37	12	112.49
14	183.93	34	151.55	54	128.88	14	112.13
16	182.95	36	150.89	56	128.40	16	111.76
18	181.98	38	150.23	58	127.93	18	111.40
20	181.03	40	149.58	9° 0'	127.45	20	111.05
22	180.08	42	148.93	2	126.99	22	110.69
24	179.14	44	148.29	4	126.52	24	110.34
26	178.22	46	147.66	6	126.06	26	109.98
28	177.30	48	147.03	8	125.60	28	109.63
30	176.39	50	146.40	10	125.14	30	109.29
32	175.49	52	145.78	12	124.69	32	108.94
34	174.60	54	145.17	14	124.24	34	108.60
36	173.72	56	144.56	16	123.79	36	108.26
38	172.85	58	143.95	18	123.35	38	107.92

第十三表 公度曲線之半徑 (續)

角 度	半 徑	角 度	半 徑	角 度	半 徑	角 度	半 徑
40	107.58	40	98.26	40	90.51	40	
42	107.25	42	97.98	42	90.28	42	
44	106.92	44	97.71	44	90.04	44	
46	106.59	46	97.43	46	89.80	46	
48	106.26	48	97.15	48	89.57	48	
50	105.93	50	96.88	50	89.34	50	
52	105.61	52	96.61	52	89.11	52	
54	105.29	54	96.34	54	88.88	54	
56	104.97	56	96.07	56	88.65	56	
58	104.65	58	95.80	58	88.42	58	
11° 0'	104.33	12° 0'	95.54	13° 0'	88.19		
2	104.02	2	95.27	2	87.97		
4	103.71	4	95.01	4	87.75		
6	103.40	6	94.75	6	87.52		
8	103.09	8	94.49	8	87.30		
10	102.78	10	94.23	10	87.08		
12	102.48	12	93.97	12	86.86		
14	102.17	14	93.72	14	86.64		
16	101.87	16	93.46	16	86.42		
18	101.57	18	93.21	18	86.21		
20	101.28	20	92.96	20			
22	100.98	22	92.71	22			
24	100.68	24	92.46	24			
26	100.39	26	92.21	26			
28	100.10	28	91.96	28			
* 30	99.69	30	91.72	30			
32	99.40	32	91.47	32			
34	99.11	34	91.23	34			
36	98.83	36	90.99	36			
38	98.55	38	90.75	38			

* 半徑小於 100 公尺之曲綫定置時須改用 10 公尺長之弦

第十四表 公度曲線一度角之切線與外距*

角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距
1°	10.00	.044	7°	70.09	2.41	13°	130.6	7.41	19°	191.8	15.93
10	11.67	.059	10	71.76	2.24	10	132.2	7.61	10	193.5	16.22
20	13.33	.078	20	73.43	2.35	20	133.9	7.80	20	195.2	16.50
30	15.00	.098	30	75.11	2.46	30	135.6	8.00	30	196.9	16.79
40	16.67	.121	40	76.78	2.57	40	137.3	8.20	40	198.6	17.09
50	18.34	.147	50	78.46	2.68	50	139.0	8.40	50	200.3	17.38
2°	20.00	.175	8°	80.13	2.80	14°	140.7	8.61	20°	202.1	17.68
10	21.67	.205	10	81.71	2.92	10	142.4	8.81	10	203.8	17.98
20	23.34	.238	20	83.48	3.04	20	144.1	9.02	20	205.5	18.28
30	25.00	.273	30	85.16	3.16	30	145.8	9.23	30	207.2	18.58
40	26.67	.310	40	86.83	3.29	40	147.5	9.45	40	208.9	18.89
50	28.34	.350	50	88.51	3.41	50	149.2	9.67	50	210.7	19.20
3°	30.01	.393	9°	90.19	3.54	15°	150.9	9.89	21°	212.4	19.52
10	31.68	.438	10	91.86	3.68	10	152.6	10.11	10	214.1	19.83
20	33.34	.485	20	93.54	3.81	20	154.3	10.34	20	215.8	20.15
30	35.01	.535	30	95.22	3.95	30	155.9	10.56	30	217.6	20.47
40	36.68	.587	40	96.90	4.09	40	157.6	10.79	40	219.3	20.79
50	38.35	.641	50	98.58	4.23	50	159.3	11.03	50	221.0	21.12
4°	40.02	.698	10°	100.3	4.38	16°	161.0	11.26	22°	222.7	21.45
10	41.69	.758	10	101.9	4.52	10	162.7	11.50	10	224.5	21.78
20	43.35	.820	20	103.6	4.67	20	164.4	11.74	20	226.2	22.11
30	45.02	.884	30	105.3	4.83	30	166.1	11.98	30	227.9	22.45
40	46.69	.951	40	107.0	4.98	40	167.8	12.23	40	229.7	22.79
50	48.36	1.02	50	108.7	5.14	50	169.6	12.48	50	231.4	23.13
5°	50.03	1.09	11°	110.3	5.30	17°	171.3	12.73	23°	233.1	23.48
10	51.70	1.17	10	112.0	5.46	10	173.0	12.98	10	234.9	23.82
20	53.37	1.24	20	113.7	5.63	20	174.7	13.24	20	236.6	24.17
30	55.04	1.32	30	115.4	5.79	30	176.4	13.49	30	238.4	24.53
40	56.71	1.40	40	117.1	5.96	40	178.1	13.75	40	240.1	24.88
50	58.38	1.49	50	118.8	6.14	50	179.8	14.02	50	241.8	25.24
6°	60.06	1.57	12°	120.4	6.31	18°	181.5	14.28	24°	243.6	25.60
10	61.73	1.66	10	122.1	6.49	10	183.2	14.55	10	245.3	25.96
20	63.40	1.75	20	123.8	6.67	20	184.9	14.82	20	247.1	26.33
30	65.07	1.85	30	125.5	6.85	30	186.6	15.10	30	248.8	26.70
40	66.74	1.94	40	127.2	7.04	40	188.3	15.37	40	250.6	26.07
50	68.42	2.04	50	128.9	7.22	50	190.0	15.65	50	252.3	27.45

* 此表來自美國 Kansas City, Mo. 土木工程師學會會員 H.H. Filley 氏所著「測量用表」書中

第十四表 公度曲線一度角之切線與外距(續)

角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距
25°	254.0	27.82	31°	317.8	43.25	37°	383.4	62.44	43°	451.4	85.70
10	255.8	28.20	10	319.6	43.73	10	385.3	63.03	10	453.3	86.41
20	257.5	28.59	20	321.4	44.22	20	387.1	63.63	20	455.2	87.12
30	259.3	28.97	30	323.2	44.70	30	389.0	64.22	30	457.2	87.83
40	261.1	29.36	40	325.0	45.19	40	390.9	64.82	40	459.1	88.55
50	262.8	29.75	50	326.8	45.68	50	392.7	65.42	50	461.0	89.27
26°	264.6	30.14	32°	328.6	46.18	38°	394.6	66.03	44°	463.0	90.00
10	266.3	30.54	10	330.4	46.68	10	396.4	66.64	10	464.9	90.72
20	268.1	30.94	20	332.2	47.18	20	398.3	67.25	20	466.9	91.45
30	269.8	31.34	30	334.0	47.69	30	400.2	67.86	30	468.8	92.19
40	271.6	31.74	40	335.8	48.19	40	402.0	68.48	40	470.8	92.93
50	273.4	32.15	50	337.6	48.70	50	403.9	69.10	50	472.7	93.67
27°	275.1	32.56	33°	339.4	49.22	39°	405.8	69.73	45°	474.7	94.42
10	276.9	32.97	10	341.3	49.73	10	407.7	70.36	10	476.6	95.16
20	278.6	33.39	20	343.1	50.25	20	409.6	70.99	20	478.6	95.92
30	280.4	33.81	30	344.9	50.77	30	411.4	71.62	30	480.5	96.67
40	282.2	34.23	40	346.7	51.30	40	413.3	72.26	40	482.5	97.43
50	283.9	34.65	50	348.5	51.83	50	415.2	72.90	50	484.5	98.20
28°	285.7	35.08	34°	350.3	52.36	40°	417.1	73.54	46°	486.4	98.96
10	287.5	35.51	10	352.2	52.89	10	419.0	74.19	10	488.4	99.73
20	289.3	35.94	20	354.0	53.43	20	420.9	74.84	20	490.4	100.5
30	291.0	36.38	30	355.8	53.97	30	422.8	75.49	30	492.3	101.3
40	292.8	36.82	40	357.6	54.52	40	424.7	76.15	40	494.3	102.1
50	294.6	37.26	50	359.5	55.03	50	426.5	76.81	50	496.3	102.8
29°	296.4	37.70	35°	361.3	55.61	41°	428.4	77.48	47°	498.3	103.6
10	298.1	38.15	10	363.1	56.16	10	430.3	78.14	10	500.2	104.4
20	299.9	38.60	20	365.0	56.72	20	432.2	78.80	20	502.2	105.2
30	301.7	39.05	30	366.8	57.28	30	434.2	79.49	30	504.2	106.0
40	303.5	39.51	40	368.7	57.84	40	436.1	80.16	40	506.2	106.8
50	305.3	39.96	50	370.5	58.40	50	438.0	80.84	50	508.2	107.6
30°	307.1	40.42	36°	372.3	58.97	42°	439.9	81.54	48°	510.2	108.4
10	308.8	40.89	10	374.2	59.54	10	441.8	82.21	10	512.2	109.3
20	310.6	41.35	20	376.0	60.12	20	443.7	82.90	20	514.2	110.1
30	312.4	41.82	30	377.9	60.69	30	445.6	83.60	30	516.2	110.9
40	314.2	42.30	40	379.7	61.27	40	447.5	84.30	40	518.2	111.7
50	316.0	42.77	50	381.6	61.86	50	449.5	85.00	50	520.2	112.5

第十四表 公度曲線一度角之切線與外距(續)

角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距
49°	522.2	113.4	55°	596.5	146.0	61°	675.0	184.0	67°	758.5	228.3
10	524.2	114.2	10	598.7	146.9	10	677.3	185.2	10	760.9	239.6
20	526.3	115.1	20	600.8	147.9	20	679.5	186.3	20	763.3	230.9
30	528.3	115.9	30	602.9	148.9	30	681.8	187.5	30	765.7	232.3
40	530.3	116.8	40	605.0	149.9	40	684.0	188.6	40	768.1	223.6
50	532.3	117.6	50	607.2	150.9	50	686.3	189.8	50	770.5	235.0
50°	534.4	118.5	56°	609.3	151.9	62°	688.5	190.9	68°	772.9	236.3
10	536.4	119.3	10	611.4	152.9	10	690.8	192.1	10	775.4	237.7
20	538.4	120.2	20	613.6	153.9	20	693.1	193.3	20	777.8	239.0
30	540.5	121.0	30	615.7	154.9	30	695.4	194.5	30	780.2	240.4
40	542.5	121.9	40	617.9	156.0	40	697.7	195.7	40	782.7	241.8
50	544.5	122.8	50	620.0	157.0	50	699.9	196.9	50	785.1	243.2
51°	546.6	123.7	57°	622.2	158.0	63°	702.2	198.0	69°	787.6	244.5
10	548.6	124.6	10	624.3	159.0	10	704.5	199.3	10	790.0	245.9
20	550.7	125.4	20	626.5	160.1	20	706.8	200.5	20	792.5	247.3
30	552.7	126.3	30	628.7	161.1	30	709.1	201.7	30	795.0	248.7
40	554.8	127.2	40	630.8	162.2	40	711.4	202.9	40	797.4	250.2
50	556.8	128.1	50	633.0	163.2	50	713.7	204.1	50	799.9	251.6
52°	558.9	129.0	58°	635.2	164.3	64°	716.1	205.3	70°	802.4	253.0
10	561.0	129.9	10	637.4	195.3	10	718.4	206.6	10	804.9	254.4
20	563.0	130.8	20	639.6	166.4	20	720.7	207.8	20	807.4	255.9
30	565.1	131.8	30	641.8	167.5	30	723.0	209.0	30	809.9	257.3
40	567.2	132.7	40	643.9	168.5	40	725.4	210.3	40	812.4	258.7
50	569.3	133.6	50	646.1	169.6	50	727.7	211.5	50	814.9	260.2
53°	571.3	134.5	59°	648.3	170.7	65°	730.0	212.8	71°	817.4	261.6
10	573.4	135.5	10	650.5	171.8	10	732.4	214.0	10	819.9	263.1
20	575.5	136.4	20	652.7	172.9	20	734.7	215.3	20	822.4	264.6
30	577.6	137.3	30	655.0	174.0	30	737.1	216.6	30	825.0	266.1
40	579.7	138.3	40	657.2	175.1	40	739.4	217.9	40	827.5	267.5
50	581.8	139.2	50	659.4	176.2	50	741.8	219.1	50	830.0	269.0
54°	583.9	140.2	60°	661.6	177.3	66°	744.2	220.4	72°	832.6	270.5
10	586.0	141.1	10	663.8	178.4	10	746.5	221.7	10	835.1	272.0
20	588.1	142.1	20	666.1	179.5	20	748.9	223.0	20	837.7	273.5
30	590.2	143.1	30	668.3	180.6	30	751.3	224.3	10	840.2	275.0
40	592.3	144.0	40	670.6	181.8	40	753.7	225.6	40	842.8	276.6
50	594.4	145.0	50	672.8	182.9	50	756.1	227.0	50	845.4	278.1

第十四表 公度曲線一度角之切線與外距(續)

角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距
73°	847.9	279.6	79°	944.6	339.2	85°	1050.1	408.3	91°	1166.1	489.0
10	850.5	281.1	10	947.4	340.9	10	1053.1	410.4	10	1169.5	491.4
20	853.1	282.7	20	950.2	342.7	20	1056.2	412.5	20	1172.9	493.9
30	855.7	284.2	30	953.1	344.5	30	1059.3	414.6	30	1176.3	496.3
40	858.3	285.8	40	955.9	346.3	40	1062.4	416.7	40	1179.8	498.8
50	860.9	287.4	50	958.7	348.2	50	1065.5	418.8	50	1183.2	501.2
74°	863.5	288.9	80°	961.5	350.0	86°	1068.6	420.9	92°	1186.6	503.7
10	866.1	290.5	10	964.4	351.8	10	1071.7	423.1	10	1190.1	506.2
20	868.8	292.1	20	967.2	353.6	20	1074.8	425.2	20	1193.6	508.7
30	871.4	293.7	30	970.1	355.5	30	1078.0	427.3	30	1197.1	511.2
40	874.0	295.3	40	973.0	357.3	40	1081.1	429.5	40	1200.5	513.7
50	876.7	296.9	50	975.8	359.2	50	1084.3	431.7	50	1204.0	516.3
75°	879.3	298.5	81°	978.7	361.1	87°	1087.4	433.8	93°	1207.6	518.8
10	882.0	300.1	10	981.6	362.9	10	1090.6	436.0	10	1211.1	521.4
20	884.6	301.7	20	984.5	364.8	20	1093.8	438.2	20	1214.6	523.9
30	887.3	303.3	30	987.4	366.7	30	1097.0	440.4	30	1218.2	526.5
40	889.9	305.0	40	990.3	368.6	40	1100.2	442.6	40	1221.7	529.1
50	892.6	306.6	50	993.2	370.5	50	1103.4	444.9	50	1225.3	531.7
76°	895.3	308.3	82°	996.1	372.4	88°	1106.6	447.1	94°	1228.9	534.3
10	898.0	309.9	10	999.1	374.4	10	1109.8	449.3	10	1232.4	536.9
20	900.7	311.6	20	1002.0	376.3	20	1113.1	451.6	20	1236.0	539.6
30	903.4	313.3	30	1005.0	378.2	30	1116.3	453.9	30	1239.7	542.2
40	906.1	314.9	40	1007.9	380.2	40	1119.6	456.1	40	1243.3	544.9
50	908.8	317.6	50	1010.9	382.1	50	1122.8	458.4	50	1246.9	547.6
77°	911.5	318.3	83°	1013.8	384.1	89°	1126.1	460.7	95°	1250.6	550.3
10	914.2	320.0	10	1016.8	386.1	10	1129.4	463.0	10	1254.2	553.0
20	917.0	321.7	20	1019.8	388.1	20	1132.7	465.3	20	1257.9	555.7
30	919.7	323.4	30	1022.8	390.1	30	1136.0	467.6	30	1261.6	558.4
40	922.4	325.1	40	1025.8	392.0	40	1139.3	470.0	40	1265.3	561.1
50	925.2	326.9	50	1028.8	394.1	50	1142.6	472.3	50	1269.0	563.9
78°	928.0	328.6	84°	1031.8	396.1	90°	1145.9	474.7	96°	1272.7	566.6
10	930.7	330.3	10	1034.8	398.1	10	1149.3	477.0	10	1276.4	569.4
20	933.5	332.1	20	1037.9	400.1	20	1152.6	479.4	20	1280.1	572.2
30	936.3	333.8	30	1040.9	402.2	30	1156.0	481.8	30	1283.9	575.0
40	939.0	335.6	40	1043.9	404.2	40	1159.3	484.2	40	1287.7	577.8
50	941.8	337.4	50	1047.0	406.3	50	1162.7	486.6	50	1291.5	580.6

第十四表 公度曲線一度角之切線與外距(續)

角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距	角度	切線	外距
97°	1295.2	583.5	103°	1440.6	694.9	109°	1606.5	827.4	115°	1798.8	986.8
10	1299.0	586.3	10	1444.9	698.3	10	1611.5	831.5	10	1804.5	991.7
20	1302.9	589.2	20	1449.3	701.6	20	1616.5	835.5	20	1810.3	996.6
30	1306.7	592.1	30	1453.6	705.0	30	1621.6	839.6	30	1816.2	1001.6
40	1310.5	594.9	40	1458.0	708.5	40	1626.5	843.7	40	1822.1	1006.5
50	1314.4	597.8	50	1462.3	711.9	50	1631.5	847.8	50	1828.0	1011.5
98°	1318.2	600.8	104°	1466.7	715.4	110°	1636.6	851.9	116°	1833.9	1016.5
10	1322.1	603.7	10	1471.1	718.8	10	1641.6	856.1	10	1839.8	1021.6
20	1326.0	606.6	20	1475.6	722.3	20	1646.7	860.3	20	1845.8	1026.7
30	1329.9	609.6	30	1480.0	725.8	30	1651.9	864.5	30	1851.8	1031.8
40	1333.8	612.6	40	1484.4	729.4	40	1657.0	868.7	40	1857.8	1036.9
50	1337.8	615.5	50	1488.9	732.9	50	1662.2	873.0	50	1863.9	1042.1
99°	1341.7	618.5	105°	1493.4	736.5	111°	1667.3	877.2	117°	1870.0	1047.2
10	1345.7	621.5	10	1497.9	740.0	10	1672.5	881.5	10	1876.1	1052.5
10	1349.6	624.6	20	1502.4	743.6	20	1677.8	885.8	20	1882.3	1057.7
30	1353.6	627.6	30	1507.0	747.2	30	1683.0	890.2	30	1888.4	1063.0
40	1357.6	630.7	40	1511.5	750.9	40	1688.3	894.5	40	1894.6	1068.3
50	1361.6	633.7	50	1516.1	754.5	50	1693.6	898.9	50	1900.9	1073.6
100°	1365.7	636.8	106°	1520.7	758.2	112°	1698.9	903.3	118°	1907.1	1079.0
10	1379.7	639.9	10	1525.3	761.9	10	1704.3	907.8	10	1913.4	1084.8
20	1373.8	643.0	20	1529.9	765.6	20	1709.6	912.2	20	1919.8	1089.8
30	1377.8	646.2	30	1534.6	769.3	30	1715.0	916.7	30	1926.1	1095.3
40	1381.9	649.3	40	1539.3	773.0	40	1720.4	921.2	40	1932.5	1100.8
50	1386.0	652.5	50	1543.9	776.8	50	1725.9	925.7	50	1938.9	1106.3
101°	1390.1	655.6	107°	1548.6	780.6	113°	1731.3	930.8	119°	1945.4	1111.9
10	1394.3	658.8	10	1553.4	784.4	10	1736.8	934.8	10	1951.9	1117.5
20	1398.4	662.0	20	1558.1	788.2	20	1742.3	939.4	20	1958.4	1123.1
30	1402.5	665.2	30	1562.9	792.0	30	1747.8	944.1	30	1965.0	1128.8
40	1406.7	668.5	40	1567.6	795.9	40	1753.4	948.7	40	1971.5	1134.5
50	1410.9	671.7	50	1572.4	799.7	50	1759.0	953.4	50	1978.2	1140.2
102°	1415.1	675.0	108°	1577.2	803.6	114°	1764.6	958.1	120°	1984.8	1145.9
10	1419.3	678.2	10	1582.1	807.6	10	1770.2	962.8	10	1991.5	1151.7
20	1423.6	681.5	20	1586.9	811.5	20	1775.9	967.6	20	1998.2	1157.5
30	1427.8	684.9	30	1591.8	815.4	30	1781.5	972.3	30	2005.0	1163.4
40	1432.1	688.2	40	1596.7	819.4	40	1787.3	977.1	40	2011.8	1169.3
50	1436.3	691.5	50	1601.6	823.4	50	1793.0	982.0	50	2018.6	1175.2

第十五表 公度曲線外距之改正(加)

角 度	3° 曲 線	5° 曲 線	7° 曲 線	9° 曲 線	11° 曲 線
20°	.001	.001	.002	.002	.002
36°	.001	.002	.004	.005	.006
40°	.002	.004	.006	.008	.010
50°	.004	.007	.010	.013	.016
60°	.006	.011	.015	.020	.025
70°	.01	.02	.02	.03	.04
80°	.01	.02	.03	.04	.05
90°	.02	.03	.04	.05	.07
100°	.02	.04	.06	.07	.09
110°	.03	.05	.07	.10	.12
120°	.04	.07	.10	.13	.16

第十六表 公度曲線切線之改正(加)

角 度	3° 曲 線	5° 曲 線	7° 曲 線	9° 曲 線	11° 曲 線
10°	.00	.01	.01	.01	.01
20°	.01	.01	.02	.02	.03
30°	.01	.02	.03	.03	.04
40°	.01	.03	.04	.05	.06
50°	.02	.03	.05	.06	.07
60°	.02	.04	.06	.08	.09
70°	.03	.05	.07	.09	.11
80°	.03	.06	.08	.11	.13
90°	.04	.07	.10	.13	.16
100°	.05	.09	.12	.15	.19
110°	.06	.10	.14	.19	.23
120°	.07	.12	.17	.23	.28

廣州中山紀念堂施工實況

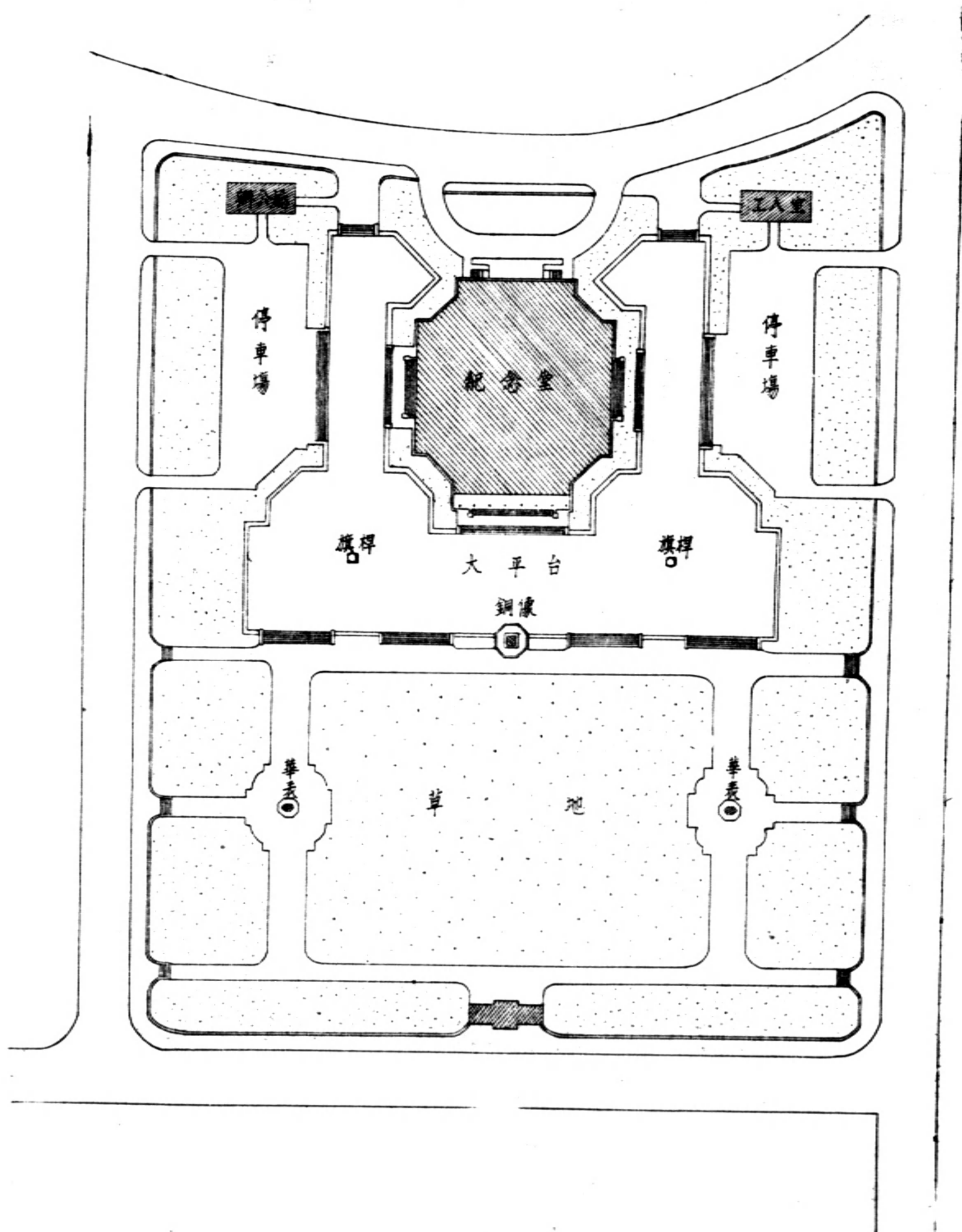
崔蔚芬

廣州中山紀念堂，建築範圍甚廣。紀念堂而外，有門亭，銅像座，華表，旗桿，大平台，停車場，工人室及辦公廳等。（參觀第一圖）。全部工程佔地共約百畝，於民國十七年四月興工，今除門亭，工人室及辦公廳尚在建築中外，其餘均已完工。茲將紀念堂之施工概況摘述於次。

工料之採辦

本堂全部工作人員，均由上海選僱，按照工程進行狀況，往返更調。建築材料亦大部自外埠採辦，用料繁夥，運輸艱困。故均須按照施工程序，預為策劃，俾所需工料得應時到達。下表所列為本建築應用之重要材料，及其用途與採辦處。一切裝置及設備品，如電燈衛生器具等從略。

材料名稱	用途	採辦處
1 意大利雲石	鋪地，欄桿，及柱礎	意大利
2 青色大理石	四週外牆護壁	遼甯
3 花崗石	房屋落腳，石階，華表，及銅像座	香港
4 面磚	四週外牆面	上海泰山公司
5 馬賽克	大門平頂及走廊鋪地	上海中國製瓷公司
6 青色水坭	砌牆及一切水坭三和土	龍潭中國泰山水坭公司



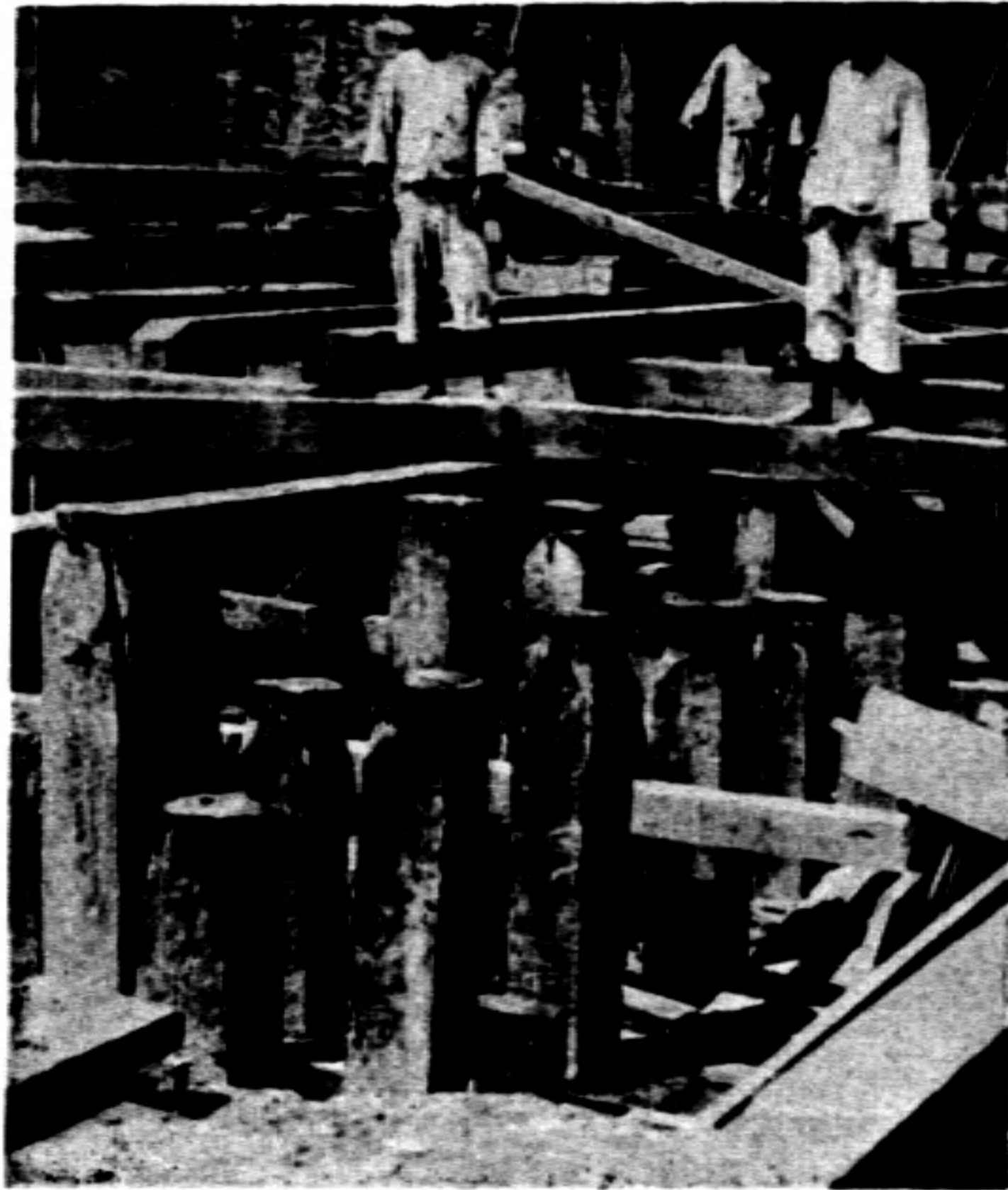
第一圖 紀念堂總地盤圖

7 白色水坭	顏色人造石	美國
8 顏料粉	全 上	德孚洋行
9 金色馬賽克	屋面結頂	法國
10 琉璃瓦	全部屋面	廣州裕華公司
11 普通磚	一切磚牆	廣州市
12 黃砂及石子	水坭三和土	全上
13 石灰	內部粉刷	全上
14 石膏	內部粉刷	上海
15 松木	樁木	美國
16 柚木	一切門窗	新加坡
17 檀木	木地板	全上
18 矯音紙板	大會堂內平頂及牆面	美國
19 鋪地膠	看樓地板	上海恆大洋行
20 鎖及鉸鏈	門及窗	美國
21 其他五金	同上	上海瑞廠工廠
22 鉛條花玻璃	大會堂內天窗	上海亞細亞玻璃公司
23 二分厚玻璃	全部門及窗	英國
24 鋼料	鋼架及鋼骨三和土	上海慎昌洋行
25 銅料	古銅氣窗,踏步口,及凡水等	美國
26 鋼絲網	平頂	美國

大會堂內鋼骨水坭地板之施工

凡巨大建築,其下無堅實石層者,難免下沉。惟下沉須求其平均,此當為計劃工程者所公認,惟亦為主持實地工作者所宜注意。如本堂大會堂內鋼骨水坭地板,其所負載重,幾全為活重量,可信其絕少下沉之機會,而其四週磚牆等建築,載重數層,所負之死重量極巨,難免有下沉之慮。此二者底脚,欲求其平均下沉,似屬不可

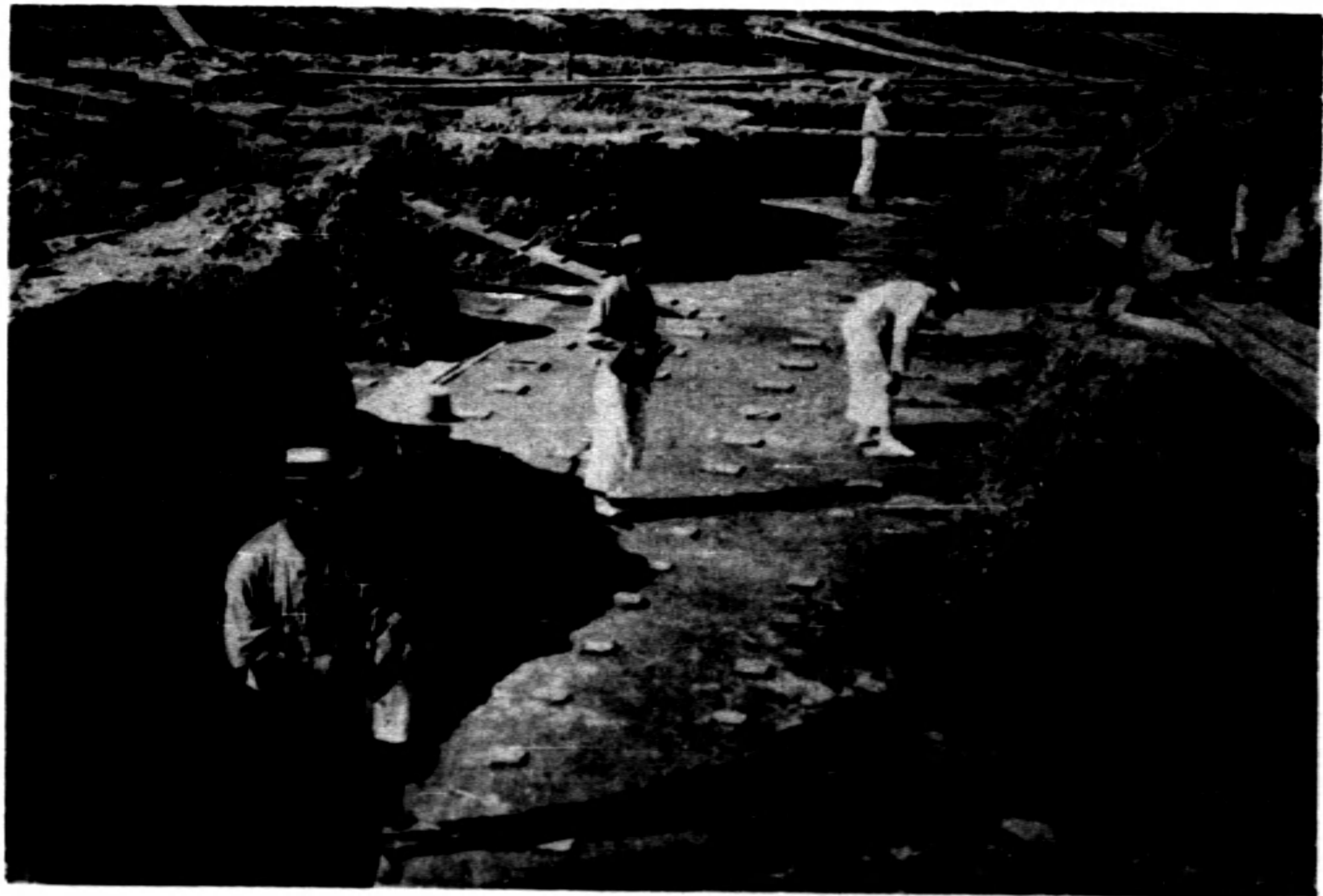
能,故在本工程進行時,該處地板,不與四週工程同時進行,(參觀工程攝影四)而待全部紀念堂造成時,始補行建造。使該四週工程,得先期下沉,而減少二者底脚間下沉之不均。



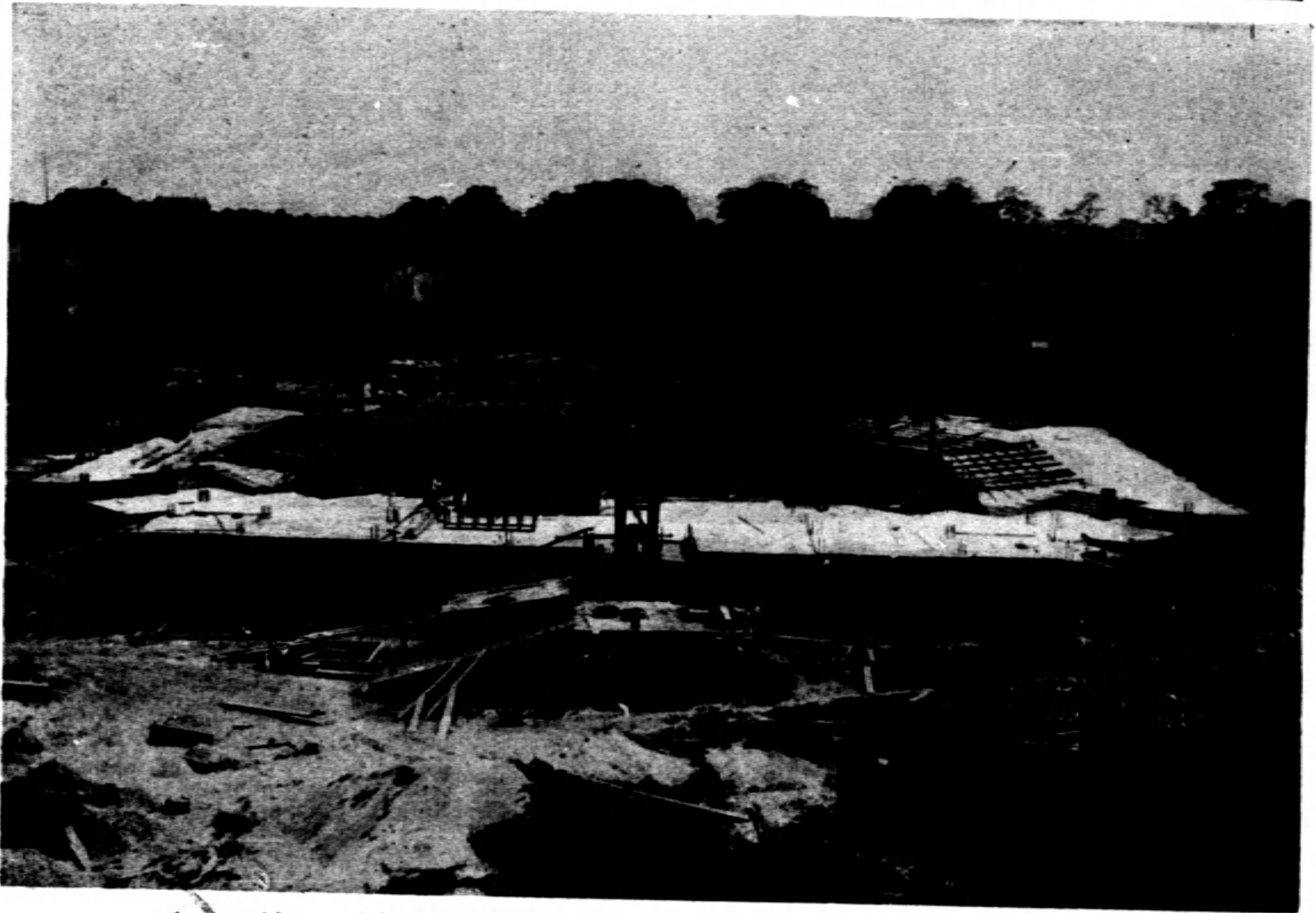
(一)北部底脚土質堅硬木樁未能全部打入坭土



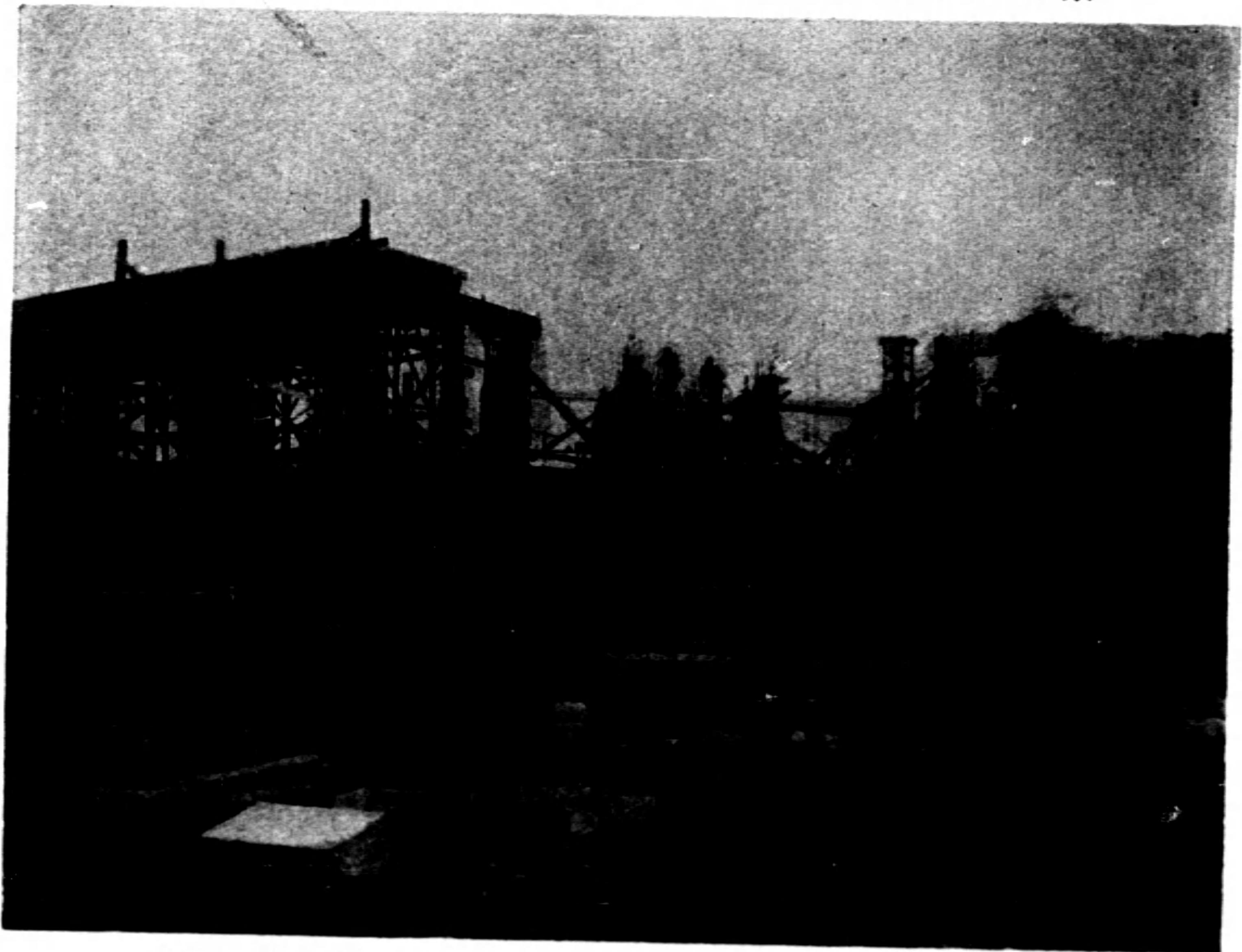
(二)樁端鋸平後預備鋪碎磚底脚



(三)預備撐鋼骨三和土底脚殼子板之前



(四) 第一層鋼骨三和土樓板做成時之工場全景



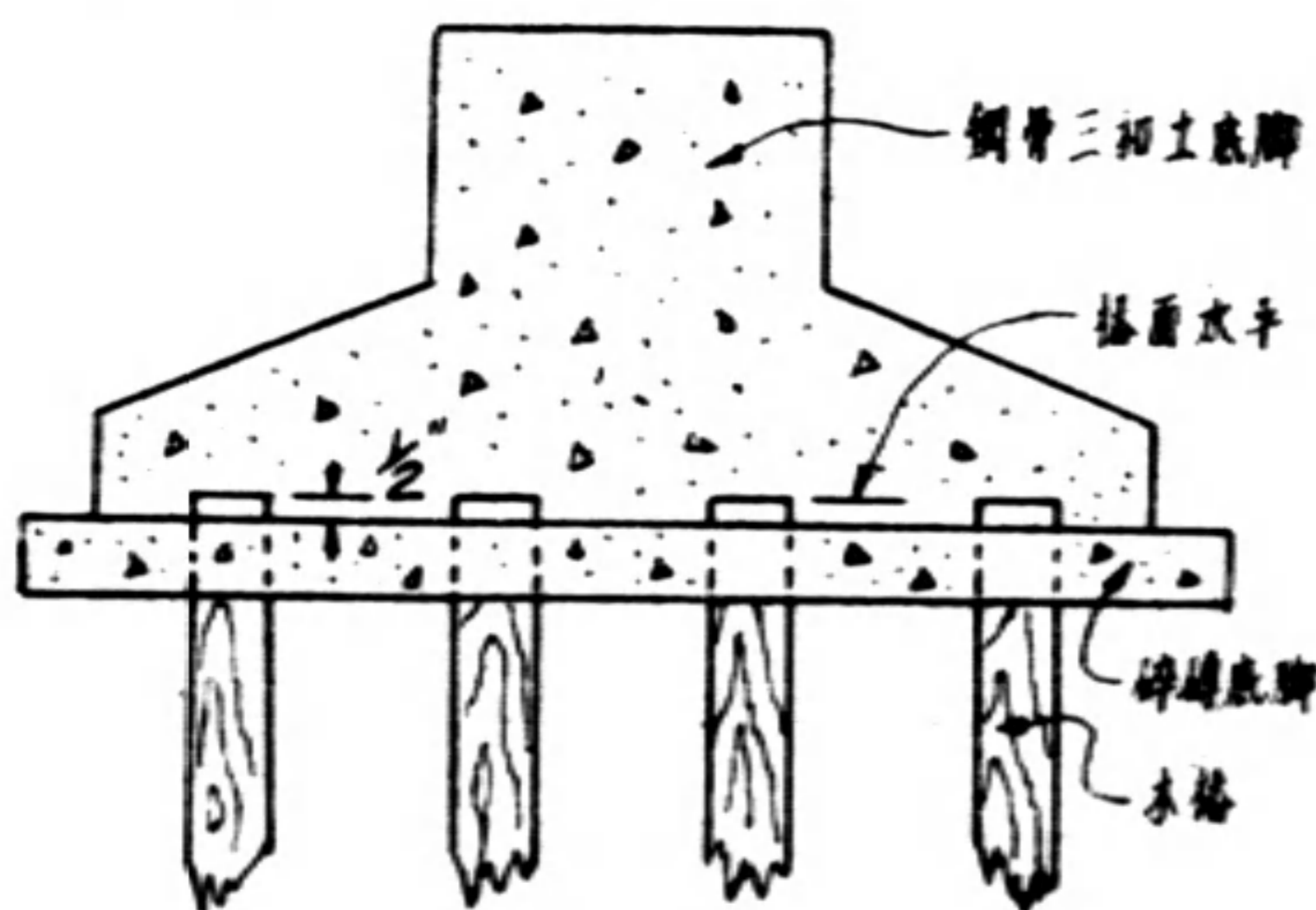
(五) 鋼骨三和土時期工程之一隅

底脚工程

底脚打樁，係利用鍋爐汽力，及鐵錘打樁架施工。本工程共用鍋爐二只，及打樁架三只，同時進行工作。打樁鐵錘三具，一重二千磅，一重三千磅，係用以打六吋方木樁者；一重四千磅，係用以打八吋方及十吋方木樁者。

打樁時之平水，及樁之位置，最須注意。務求打入之木樁，深淺適度，地位準確。其平水符號，宜誌於鄰近固定建築物上，或遠離打樁處所特立之平水樁上。因打樁時土地震動，附近所立之平水樁，易被拋起，而失準確。木樁之地位，在未打樁前，按圖樣所示地位，插小樣樁，經校對準確後，始根據樣樁地位進行打樁工作。惟該項樣樁，或因受打樁時之震動，或因工作時之擾及，每易走動，故仍須時時加以校對。

鐵錘打樁之下墮距離，規定不得過六呎使樁木不致因受過重壓力，而受損傷及有歪斜等弊。又每打同一尺寸之木樁，均用同一重量之鐵錘，及同一之下墮距離，藉此以比較各部坭土之鬆軟。本堂之建築地址，因北近觀音山，故北部土質，極為堅硬，樁木多有不能全部打入者（參觀工程攝影一）。南部則土質較鬆，樁木亦較易下沉。於以知雖在同一地面建築，土質亦每有不同，益見計劃工程之匪易也。



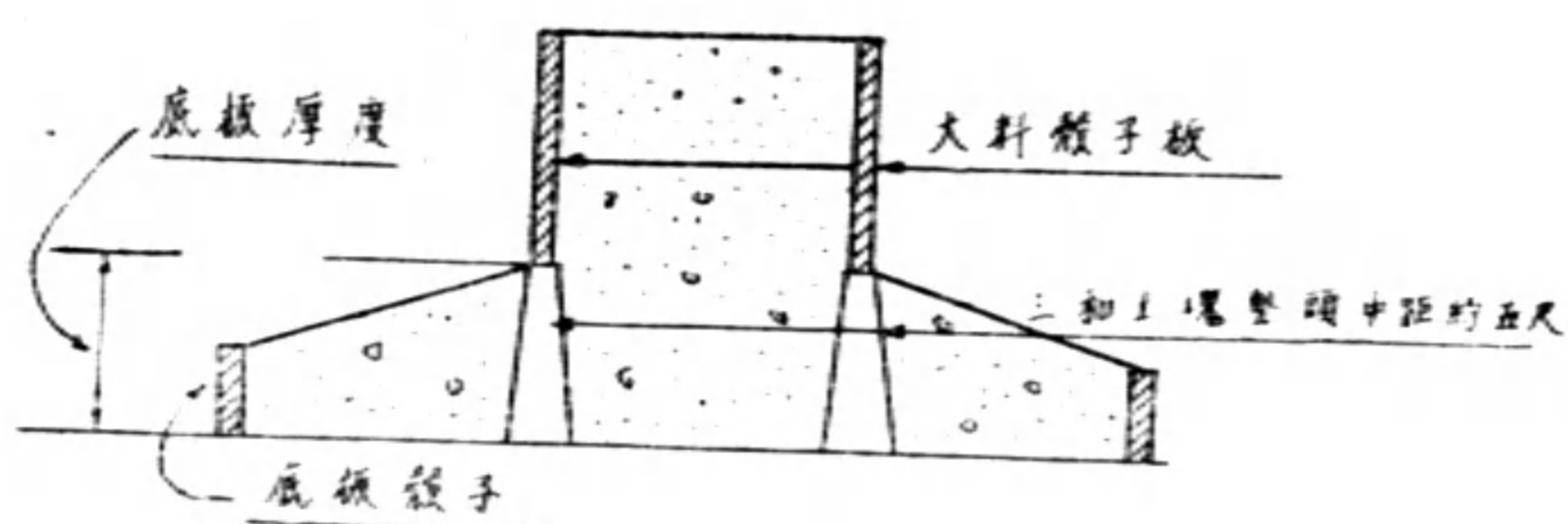
第二圖

木樁打入時，其端均使高出所規定之樁面平水少許，俾得將樁端被壓毛部份鋸去，使現堅平之樁面。此堅平之面，須露出碎磚底脚面約半吋，使其端嵌入鋼筋三和土底脚，而受直接壓力（參觀第二圖）。

在遇泥土堅硬部份,至椿木打至不能再復沉入泥土時, (斯時鐵錘遇椿木有反跳現象)即不再打,而將剩餘之未入土部份鋸去。否則椿既無下沉可能,一味強打,則椿身勢必受過重壓迫,而致傾斜或開裂,椿之載重力反將受損矣。

底脚木椿鋸平,及碎磚底脚舖妥排堅後,在碎磚面塗一極薄層之水泥灰漿 (參觀工程攝影三),俾得將底脚大料等之地位,完全用墨線明白彈出;既易於校對,復可得極準確之工作。

鋼骨水泥底脚大料,因須與底板 (Footing Slab) 同時做成,故所撐大料殼子板,其底與地面懸空。其間支撐物,不宜用木料,應預做水泥三和土塊備用(如第三圖)。



第 三 圖

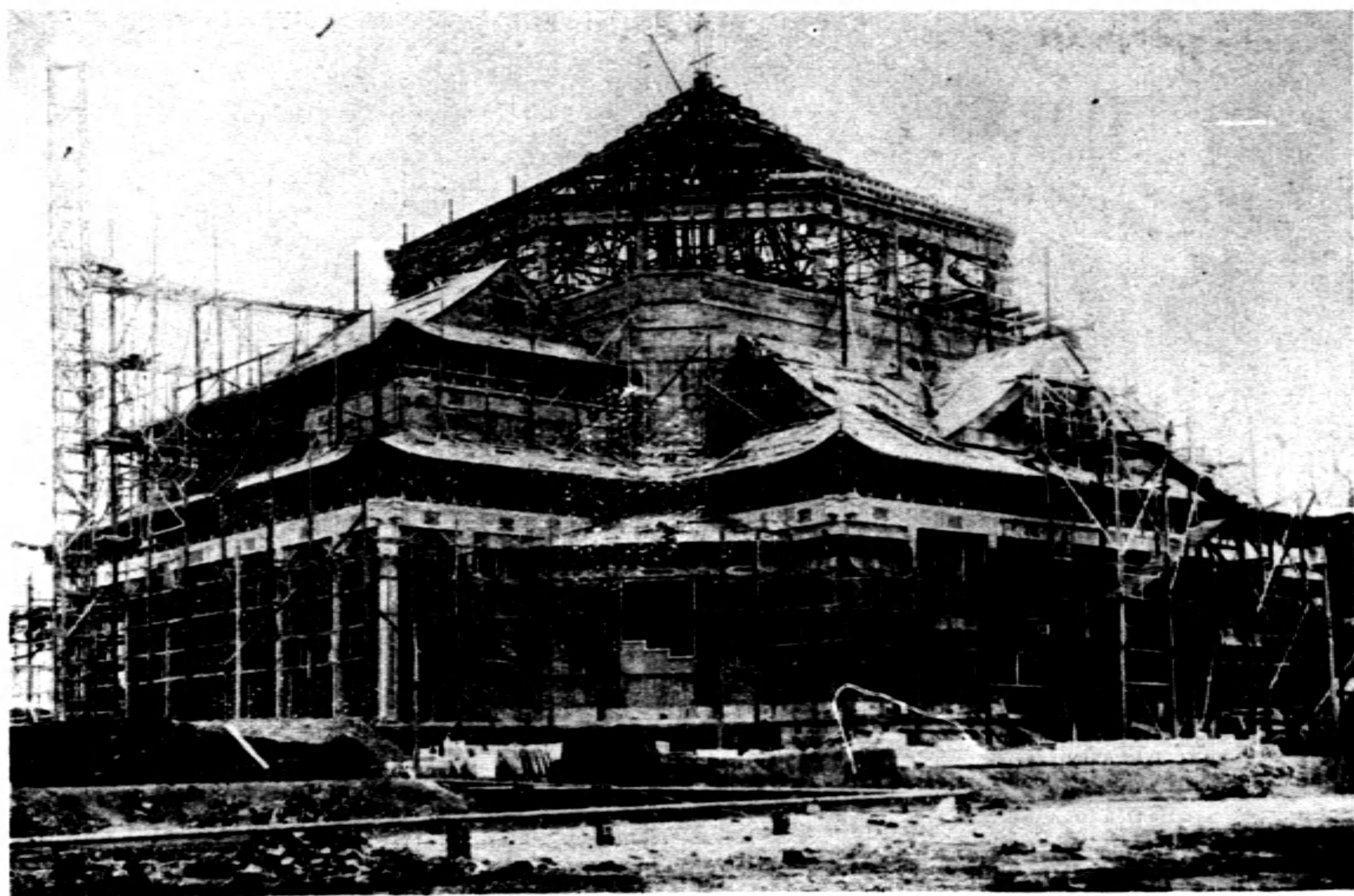
底脚工程,須在地下水平線以下工作。故在底脚工程進行之先,在工場四隅,預為開掘較深之水塘,使附近地下之水流,集中於該塘,

而日夜以唧機抽出,洩之於馬路溝渠,如此可使工作地面常保乾燥。

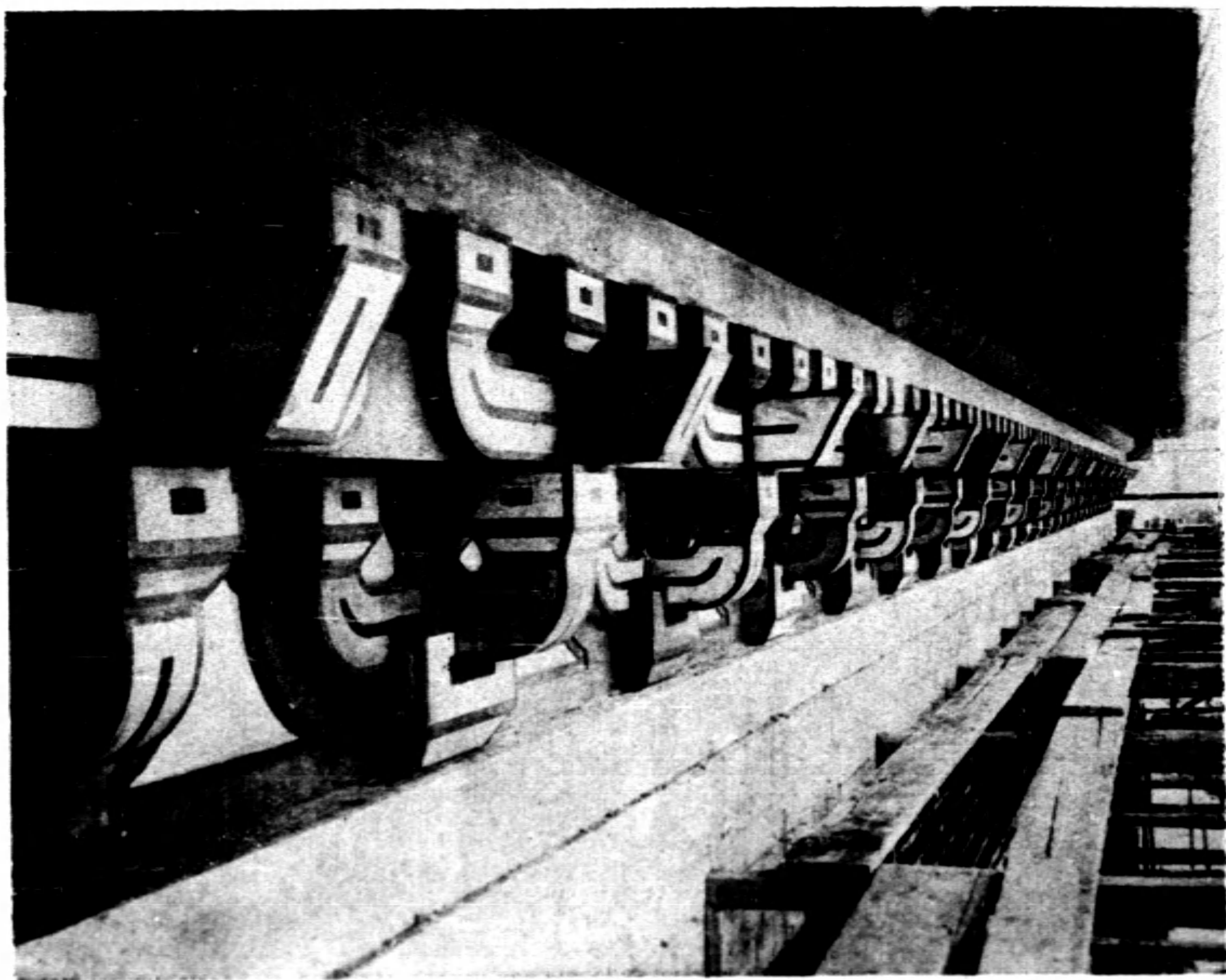
骨 架 工 程

繼底脚而後之工作,為鋼骨三和土,及鋼架等骨架工程。全部屋面及看樓,均係鋼架構成,由外埠造妥後運送本工場安裝。其餘柱,大料,及樓板等,均用1:2:4鋼骨三和土造成。

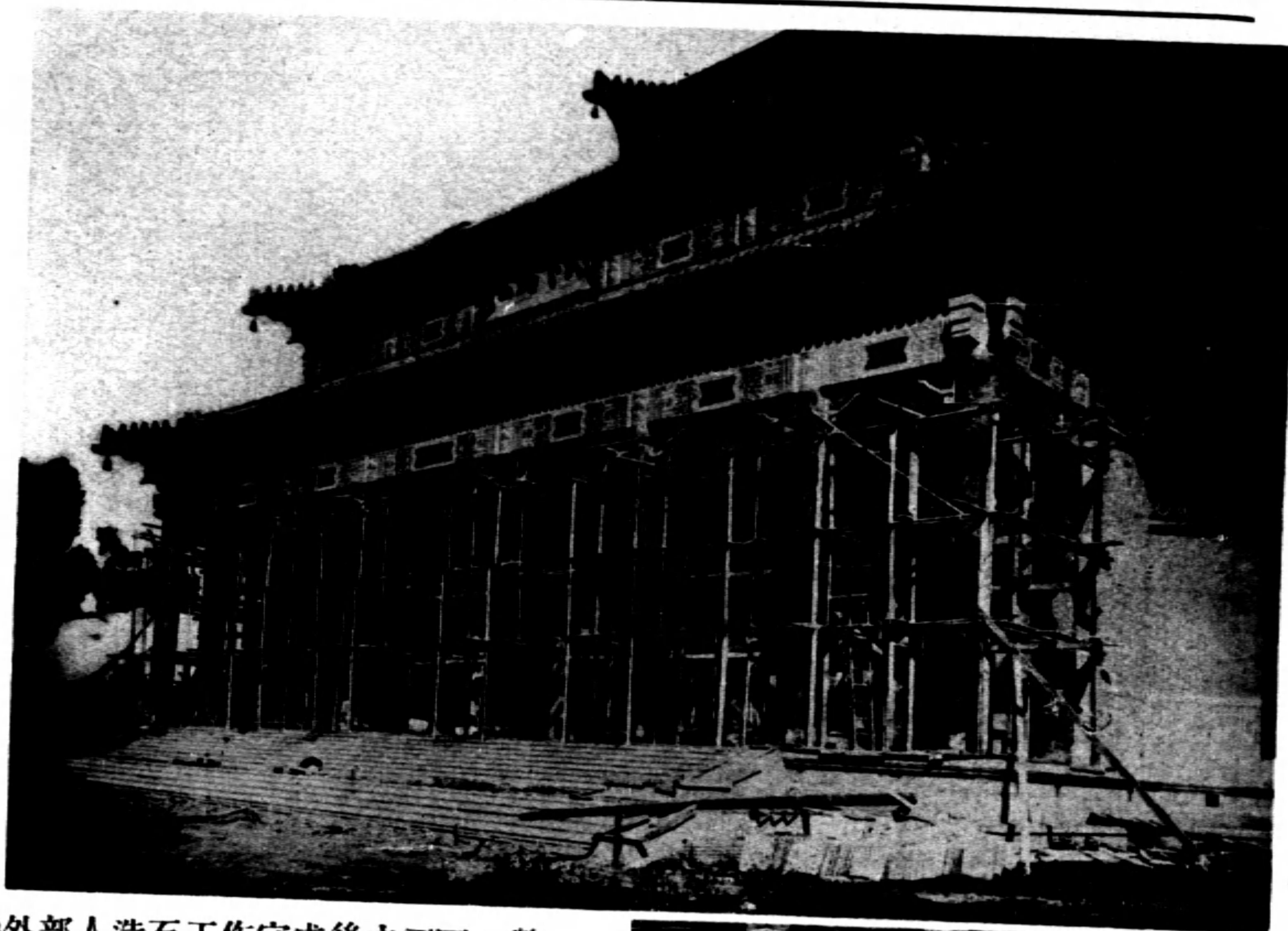
鋼骨三和土柱 鋼骨三和土柱之鋼筋,及木殼立妥後 (一) 逐一用線錘懸於長木桿,校正其直度。(二) 柱殼四角,用釘及鐵絲攀住,柱內鋼筋,使其保持在正中地位。(三) 於灌注三和土前,將柱子木殼所現隙縫,完全嵌補完密。(四) 清除殼內垃圾,及將木板完全用水淋濕。(五) 於離柱底五六尺高處,灌注三和土。每柱(指每層



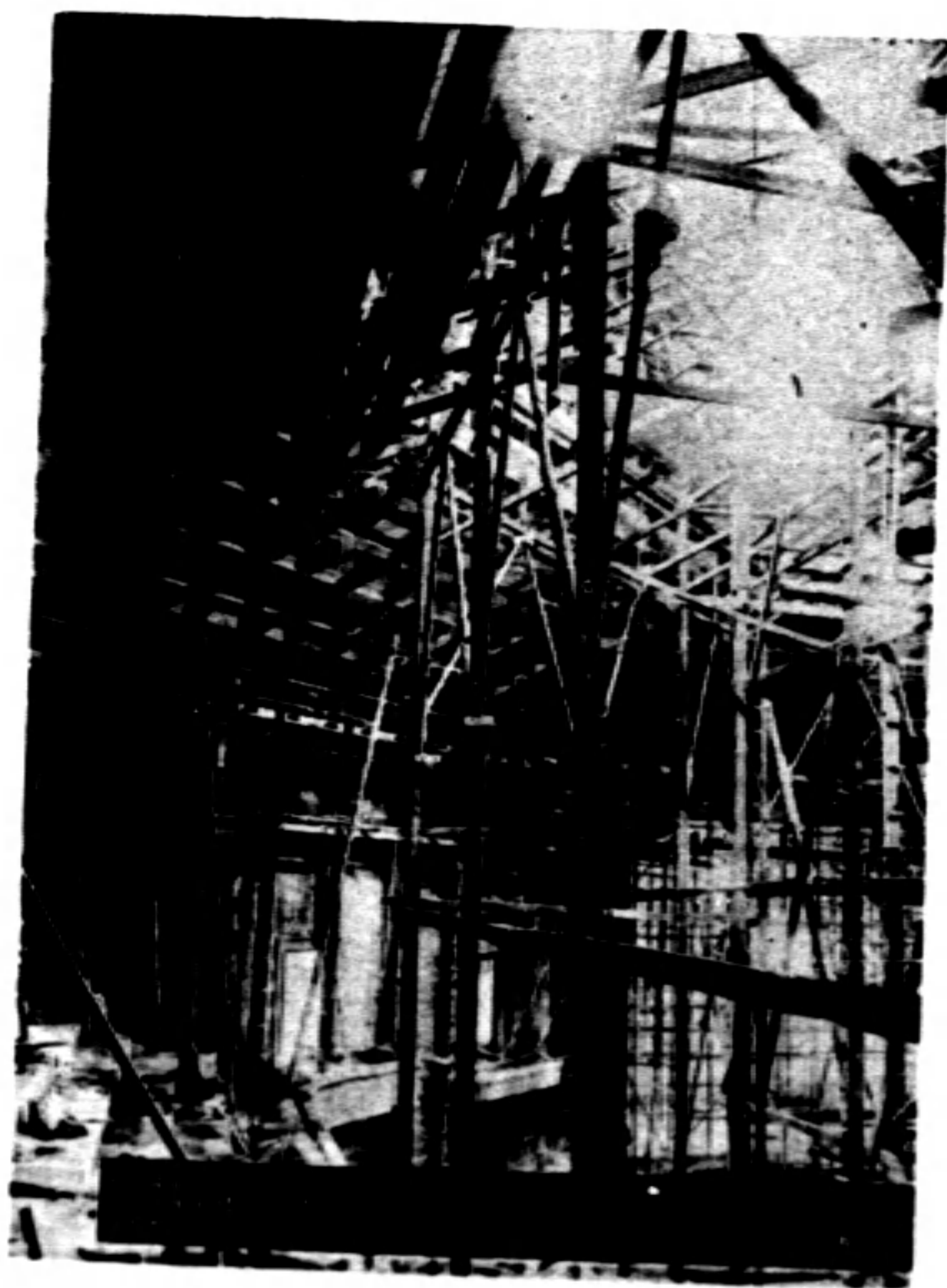
(六) 全部骨架工程完成時



(七) 屋簷之人造石几斗



(八)外部人造石工作完成後之正面一瞥



(九)工作中之大會堂內部

(十)大門走廊之馬賽克磁磚平頂



樓而言)於同日內,至少分二次灌成。因設在離柱底太高之處灌三和土,則石子因質重,將離水坭漿,而先下,致所灌三和土,不能得勻和之結果。

鋼骨三和土大料,及樓板,因載重上有連帶關係,故在灌三和土時,二者均限定同時做成。撐樓板殼子時,其底板使互稍離開,於灌三和土之前一日,用水淋濕,使板漲密。其不能緊密之隙縫,均用白鐵皮修補。蓋如底板中無開離,而又不予以完全淋濕時,則在三和土鋪下後,底板將吸收三和土中之水分發漲,其板遂上拱,而使尚未乾硬之三和土樓板生裂縫矣。

一切電線管,衛生管,落水管,電燈盒,及鋼網平頂所需之吊鐵等,均於未灌大料及樓板三和土時,預為埋設妥當。

水坭三和土,係用機器拌車拌成後,用小車輸送工作處所。場內共裝設拌車二架,每車工作人數三十至四十名,每日可做水坭三和土約十五方(每方等於一百立方呎)。

全部鋼架,陸續由上海慎昌洋行運至廣州安裝。以其計劃複雜,運輸艱難,工程頗受延緩。看樓下之鋼大料(Plate girder)二只,長六十呎,高六呎,係整件運來,極為重笨。計到達廣州後,由廣九車站運至工場,費時竟至二星期之久。又大屋頂鋼架,離地八十餘呎,中間空無依憑,更須建立極複雜之臨時橋架(Scaffolding),以進行工作,綜計鋼架工程,閱時凡一年有半。

裝設鋼架 承載鋼架之鋼骨三和土柱等,於三和土灌至離鋼架底約二呎處,即進行埋置鋼架螺釘脚(Anchor bolt)。工作如下:

- (1) 慎確測誌鋼架底板(Bearing Plate)之平水,及中線,於承載鋼架之三和土柱殼子板上。
- (2) 做與鋼架底板同尺寸之木板一方,上以墨線劃出十字中線,并鑿與鋼架底板相同地位之螺釘眼於上。眼中即懸置應埋之螺釘脚。
- (3) 將此板架釘於三和土柱之殼子板,使其平水及中線,完全與

所誌於該柱殼子板上者相合。

(4) 釘腳上端四圍，裹以長約尺許之竹管。於灌三和土時，將此管頻頻移動，俾後易於除去。竹管除去後，釘之週圍，遂具空隙，故如釘腳之位置，稍有不符時，可將其徧移借正。

(5) 螺釘腳裝妥後，即徐徐灌三和土，至離鋼架底板一吋處為止。待三和土乾硬後，再用水坭漿窩置鋼架底板，預備接裝鋼架。安裝鋼架，先將底樑 (Bottom Chord) 架裝於兩端埋有螺釘腳之支撐柱。中間加以適當之木撐，使底樑完全水平。然後依次裝架其他部份。其接筭處之釘眼，用螺絲釘暫行接入絞緊。

鋼架裝妥後，在帽釘 (Rivet) 工作未完成時，架底撐頭不可移去。否則鋼架因本身重量下垂，其接筭處之暫用螺釘，遂受重壓而難更易，致帽釘工作受其困阻。

查驗帽釘 鋼架所受之壓力，完全由帽釘傳遞，故帽釘工作，在鋼架工程上，最佔重要。其優劣依下二法測定之：

- (1) 帽釘時，釘頭經敲打易碎裂者，其質劣，須更換。
- (2) 帽釘打成後，以小鐵錘輕敲其頭，如聲鏗然者，工作佳。如聲啞者，則此釘鬆，而不受壓力，係因用釘太短，或工作不妥所致，必去之。

顏 色 人 造 石

紀念堂之內外裝飾，如圓柱，花樑，護牆，欄杆，及全部屋簷等，悉為顏色人造石粉成。蓋取其耐久不變，永無腐壞等之優點也。

顏色人造石，為白色水坭，白石屑，及顏料粉之適量混和物。粉成後，加以數次磨光而成，為紀念堂建築中重要工程之一。

因欲人造石，顏色明顯，所採用之白石屑，宜為粉碎者；否則如用較大之石屑，則一經磨光之後，石粒顯露於外。即不能得明顯之顏色。

所採用之顏料粉，於採辦之先，宜經試用，以混和於水坭中，經

久露不變色者爲合。

粉人造石之處，第一度先以水淋濕，粉極薄之水泥黃砂漿作底，其面愈毛愈佳。第二度以水淋濕後，以水泥灰漿分層粉至所須之厚度，至離將粉之人造石面二分處爲合。每層所粉之水泥漿，不得厚過半寸，其面并須劃毛。第三度粉人造石層。在將粉時，先以極濃之水泥漿水，在底上刷過。所粉之人造石層，勿令厚過二分，蓋過厚，則本層重量增加，而有垂離底層之慮，將來即易脫殼或碎裂。新粉成之人造石，勿宜曝露於日光下，因其易致燥裂。

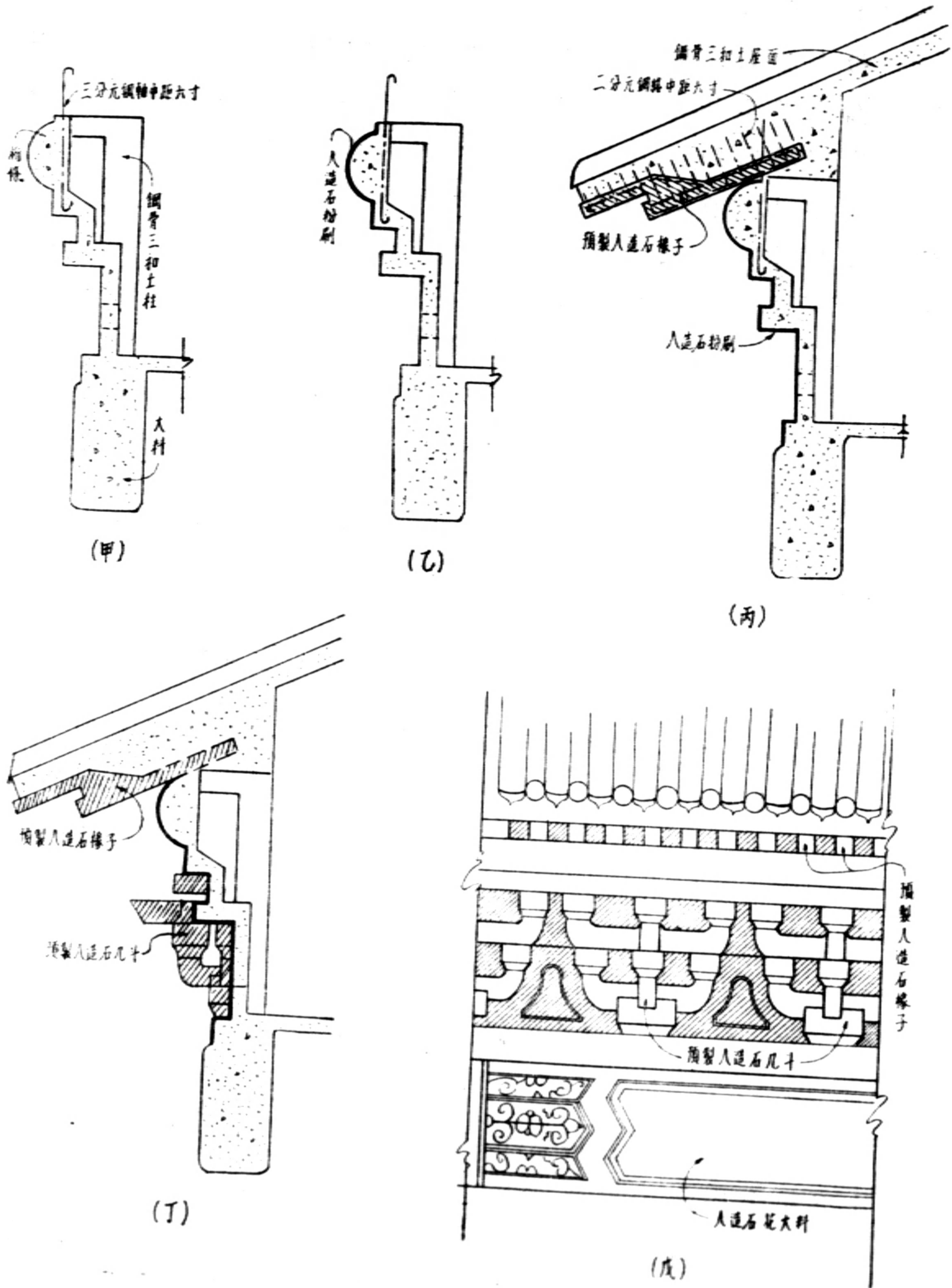
人造石粉成後，約閱廿四小時，即可加以初度磨光。磨後以同色之顏料水泥漿，漿粉之。至少須閱一星期後，可加以第二度磨光，及漿粉。然後經長久日期後，加以第三度磨光。

普通人造石工作，以第三次磨光爲末度。但磨漿次數愈多則工作愈光潔精細。最後一度磨光時期以離初度磨光時愈久愈佳。蓋久則水泥混和物愈堅硬，磨時不易起毛痕及裂斑，而可得光細之結果也。

人造石工作之較爲複雜及難造者，爲欄杆，花樑，及屋簷等工程，均係預先分件做成後，裝配於實地，俾可減少工人在橋架上工作之困難及危險，并可得較整齊之工作。但在工作進行之先，須在實地將尺寸及曲勢等，精確量出，方可分件配製。設稍有差誤，則全工皆棄矣。

屋 簷 工 程

屋簷全爲人造石粉造，其構造及裝配如第四圖。(一)先做成鋼骨三和土底架如甲圖。(二)次將桁條粉人造石層，及磨光之如乙圖。(三)架裝預先做成之人造石椽子，及蓋造鋼骨三和土屋面，如丙圖。(四)裝設預先做成之人造石几斗如丁圖。(五)最後粉人造石花樑。全部屋簷即告完成如戊圖。



第四圖 人造石屋簷之構造

屋 面 工 程

全部屋面均蓋鋼骨三和土版，上鋪藍色之琉璃瓦。大屋面之結頂，則為金色馬賽克所造成。

鋼骨三和土屋面板，大部為預先分塊製成，（式樣參觀本刊第七卷第三號紀念堂工程設計）。該項屋面板，在澆製時，每邊附入約三呎長之白鐵絲，中距一呎，用以縛紮屋面之圓筒瓦。屋脊斜溝及近屋簷等處部份之屋面，其三和土板，均於各該地位，撐置木殼澆成。並於每距一呎中處，埋入三分圓之鋼枝，用以阻琉璃瓦器之斜傾。

鋪設屋面瓦，先自瓦脊地位開始，脊底做水坭三和土基，基面做出瓦脊應有之曲勢。然後用水坭灰漿，砌築天狗及瓦脊。

底瓦，及筒瓦逐行鋪置。因屋面斜曲之處甚多，其每行之寬度，及地位，於未鋪瓦前，預為排定，用墨線在屋面劃出，免瓦行有歪斜之慮。屋面斜溝等處，需用之斜瓦，其所需之尺寸，及塊數，均先行實地量出，做就樣板定製。蓋琉璃瓦片，質料非若普通紅瓦之易於割截，其有特別形式者，必預為定造也。

內 部 工 程

內部工作，大都於屋面告成後，始積極進行。一切木門窗，古銅花窗，及大理石裝飾等，均由上海造成後，運粵裝設。

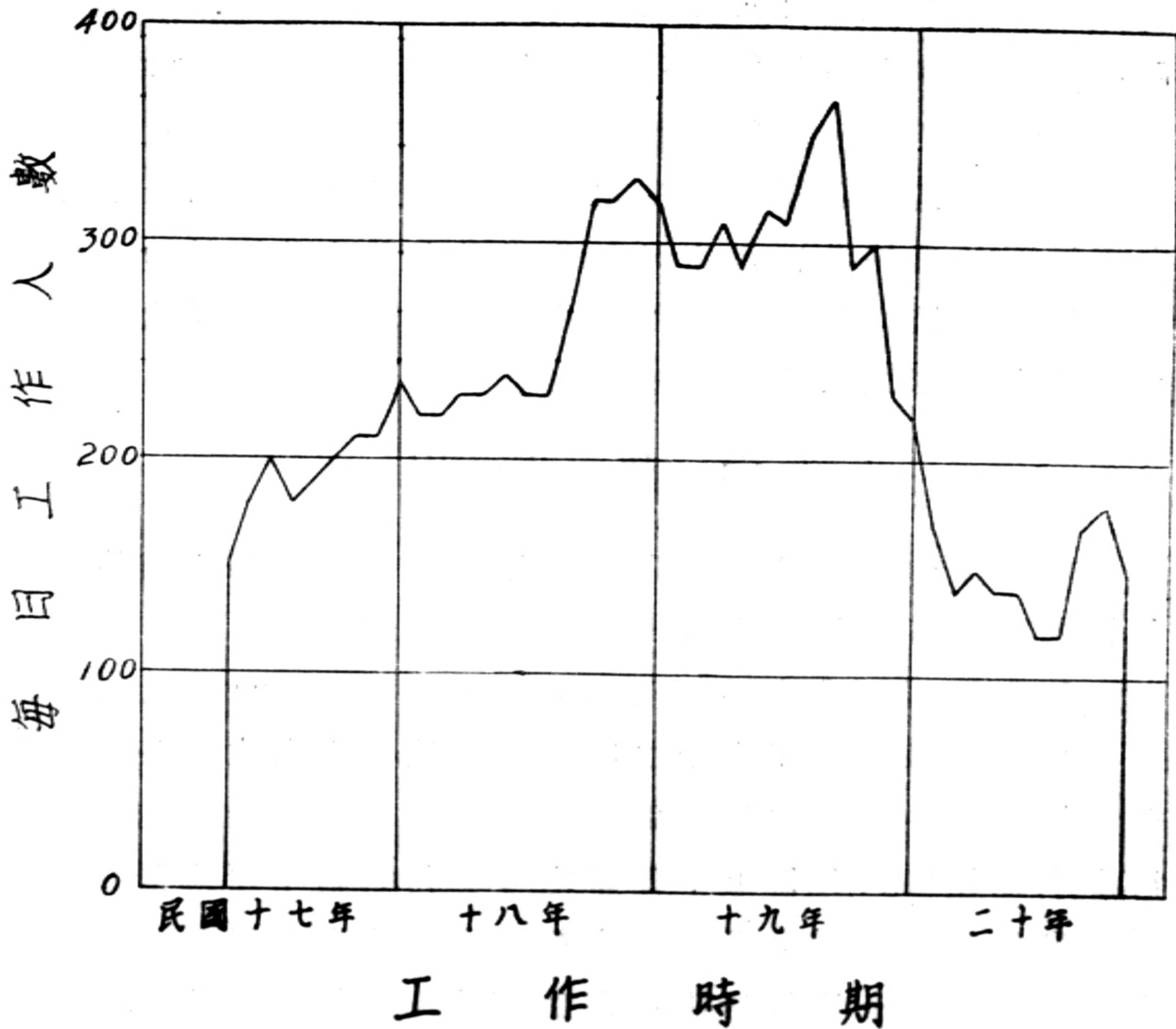
鋼網平頂 堂內平頂，皆用六分水槽鐵（Channel）及有筋鋼網構成。水槽鐵中距至多十二吋，用十二號白鐵絲，或塗過柏油之分半圓鐵條，懸附於鋼架，及鋼骨三和土樓板等。同時更用塗透柏油之木撐撐實，使其無上下彈動之可能。用鋼網平頂之優點有三：（一）不患蟲蝕，（二）質輕，（三）所附之粉刷，可保永久乾燥，極適宜於油漆。但工作稍不合法，即易使粉刷龜裂，監工者極宜注意之。

內部粉刷，除一部為人造石外，餘均為石膏粉刷。計分三度工

作：第一度爲石灰黃砂及麻筋之混和物，約粉三分厚，使之緊附於被粉之牆，或平頂上，而將其面劃毛。待其乾硬後，再用同樣之材料，粉第二度。此層約粉半吋至一吋厚，其面須十分平直。第三度爲石膏粉，及石灰漿之適量混和物。粉約半分至一分厚，並用鋼板括至十分光平。所用第一及第二度粉刷材料，於應用前一月，將石灰化漿濾過後，與黃砂及麻筋混和，堆置備用。粉刷用之石灰漿，如不經濾過手續，則粉刷間含有未化淨之石灰，日後必致有起泡之弊。如用新化成之石灰漿粉刷，則其面多起燥紋，而不得良好之工作。

人 工 核 計

紀念堂於民國十七年四月開工，二十年十月十日落成，爲時



第 五 圖

共三年半之久。工作人數平均每日在二百名以上。上列第五圖，為工作期間工人人數之增減情形。

本堂建築費，共約規元壹百肆拾萬兩。工作人數之總額，照上圖計算，約共二十九萬三千餘工。故本工程內，每人工一工，合估造價規元 $\$4.77$ 。

數字記法及讀法商榷

數可概分為大數及小數二類，一以上曰大數，一以下曰小數，其記法及讀法各異，宜分別述之。

大數 億，兆，京，垓，等字有古義之分。古義十萬曰億，十億曰兆，十兆曰經，十經曰垓，十垓曰秭，十秭曰選，十選曰載，十載曰極，（見太平御覽七百五十引漢應劭風俗通義）。此係上古迄東漢用十進法紀大數之大概。逮漢末學者注古書籍時，有主萬進法者，即萬萬曰億，萬億曰兆等。亦有用萬萬進者即萬萬曰億，萬萬億曰兆，萬萬兆曰京。明清之世，概用萬進法。此三法，均與西洋近代通用之千進法不同，故自西學東漸以後，有人復取古十進制之兆以譯 million（百萬）。然除用古義兆字外，並不採用千進法，一般人以為既有萬字，就不易採用千進法。其實一方面留萬字，一方面採用千進法，並無不可。此層已由王惲諸君等於中國工程師學會年會提案中言之，但王君等所製之新字，似可不必，蓋古十進法之『秭』即 10^9 ，『極』即 10^{12} ，吾人只須留『兆』『秭』『極』三字，放棄億經垓選載等字可也。如此，則 360,523,725,520,000 可讀作三百六十極五百二十三秭七百二十五兆五十二萬。

小數 元朱世傑所著『算學啓蒙』（1299），以分，厘，毫，絲，忽，微，纖，沙，作十進，沙以下用塵，埃，渺，漠等字作萬萬進，即萬萬埃曰塵，萬萬渺曰埃，萬萬漠曰渺等。如此，若以公分為分，則 10^{-7} 分為沙，更小之數不妨沿用塵埃渺漠等字而改為十進。如此，則 10^{-11} 為漠，而常用之 Anstrom unit 10^{-8} 即為塵。

極	秭	兆	千	個	
3,2	10,9	8 7,6	5 4,3	2	1. 1 2 3,4 5 6,7 8 9,0 1
					分 厘 毫 絲 忽 微 纖 沙 塵 埃 渺 漠

（程瀛章）

中國所需要於工程者^(續)

華台爾博士

一九三〇年八月三十日在紐約市國際大樓

中國工程師學會美國分會年會席上之演詞

航空運輸與航空郵政

余於一九二八年夏，在紐約遇孫科部長，曾建議創設航空路線，使全國各處得以充分聯絡，不但運輸郵件，且載乘客。一九二九年正月抵滬後，復繼續鼓吹，今者此種計劃，不獨已蒙採用，且已見諸實施。蓋余於翌年離華時，京滬航空路線業已開航，而漢滬線亦將着手創辦也。惟據余觀察，中國人士對於航空事業之價值，除軍用外，尙未有充分之認識，故巨大之發展一時尙不可期。惟在中國集資籌辦航空運輸，似尙非難事，固不必以求助於外資爲得計。余不憚一再進言，中國必須立即從事於航空路線網之完成，以增進運輸上之效能。

航空警察

去年七月余忽發念宜組織一種航空警察，一如加拿大之騎警。茲略引致孫部長報告書中數語如左：

中國今方努力從事於復興運動，以求在國際間之自由平等。余意欲達到此目的，首先須有基礎鞏固足以控制全國之政府，其理由爲：

甲.若內亂長此不已，則所有財政收入，勢非全部作爲軍費不可，而一切有益於國計民生之事業，均將無法進行。

乙.一地如有亂事發生，則該地建設事業，即遭停頓。此皆受軍

事之賜也。

丙、國內資本既不足以應付需要，則不得不借外資，然外國資本，決不願投與任何缺乏統治能力之政府，蓋恐其本息之不安全也。

由此可知穩固之政府，不特為人民所渴望，抑且為事實上所必需。夫罄全國收入，終年養此大宗之軍隊，則國家必愈窮。苟其不然，則此輩非特可以自食其力，甚且納捐稅以裕國庫，以視不事生產消耗國帑如今日者，其不經濟為何如乎。

中國碩彥之士，無不一致主張裁兵，使之從事生產，庶內亂可免。唯裁兵而不給以工作，勢將散而為流匪，滋無窮之害。政府固已決心裁兵，并給以工作矣，國中治安將何以維持之乎？曰：組織流動警察。此種警察人數並不多，但其行動須極敏捷，國內任何地點有警，數小時內皆可到達，故其效率甚高。其任務為遏制亂萌，緝捕罪犯；倘遇大疫與水旱災荒，則散給藥物，分送醫士與看護，至各處，均其專責。此種警察，世界各國尚無有成立者，余殊不知其不能組織，不能維持，不能利用之理由何在。加拿大之騎警，差可與此比擬，特不及此之行動迅速，然已為世界警察中之最佳而最有效者。余意此種警察，在現今中國，似屬最合理想，要為中國所急需無疑。

中國所需乃一種有組織，經費省，奏效宏之航空警察，具有加拿大騎警之美點，而更較完善。此種警察當政府解散軍隊時，即可開始設立，以南京為中心，逐漸遍布全國。

欲設空警則戰鬥飛機、水上飛機及水陸飛機之設置，均不可少。且須大小咸備，以應各種需要。惟當初辦時苟有若干二人座位及十人座位之機，亦可勉強敷用。陸地飛機場，及空中停泊設備，俱屬必需，唯後者可用較省一種。飛行場可先闢面積較小之地，蓋現在所謂直升直降諸法，皆可利用也。

欲使空警盡其責任，則選才問題最為重要。設所雇之人，其身體與智力不足以應此任，則將全歸失敗。今列舉主持人員及警察

應具之特點如下：

一.不怕死

二.忠於職守

三.服從紀律

四.有毅力

五.正直坦率

六.勇敢善戰

七.聰明敏捷

八.虛心

九.堅忍

十.誠實

十一.作事有始有終

十二.有決斷

十三.守時刻

十四.受有相當教育(長官須有民政與軍事常識,警察須能讀寫演算)

上列諸點,主其事者首須具備,較之一般警察,尤為重要,自不待言,但警察亦不當有缺。凡諸特點,或為天生,或受感化,一經訓練,當不難得之。

此種官吏與警察,其待遇必須較優;高等人材,理宜給以優越之酬報。空警在中國宜受重視,衣以制服,以示區別。有功則錫以勳章,或獎以現金。如有失職,懲戒宜嚴而速;小過罰金停薪,大過開除斥革。如有叛逆行為,則當處死無赦。其官吏當受審於軍事法庭,審判宜公開,不可稽延時日,案獄既定,尤當即日執行。

官吏與警察間,宜鼓勵及養成其團體精神。須使明瞭彼個人之一舉一動,與其在團體中服務成績之良否,均為全體名譽之所繫。

駕駛人員之技術,宜優異而稱職,或有不及者訓練之,不特關

於一己及同僚之生命，全團之成功，胥有賴焉。空警宜善用來福鎗及手鎗，並精於射擊，能急而且準，技擊棍術，亦宜教練，務使嫻熟。蓋警察有時，未佩武器，已遇惡犯，拳鬥門徑，有之則生，無之則死。其有善於攻禦者，宜特別獎勵。有時飛機行過處，受敵射擊則須御甲以抵槍彈，而警察須有攻擊之方，使敵不敢再行侵犯也。

如空中警察成立後，當使人民對之有一種尊敬禮貌，並凜然不敢犯之態度，有如加拿大犯民之視騎警。蓋加拿大設有人犯大罪而逃之荒野，警察一人，可以生擒，或致死之。若須偵察數月方得，縱敵夥甚多，此警仍可單身擒之，拘之數百里外之牢獄。蓋敵夥深知犯之將受重大之刑罰，而不敢稍抗也。

中國組織空警，欲求制度之詳盡，當參考加拿大騎警。如嫌飛機價貴，及適用之場地不多，則不妨量力而行，期以數年完成。加拿大之騎警，有所謂聯警者，其法擇數中心地點，集警察若干，有警，則附近各點之警察可以會剿，或以騎往，或以車往，初辦時大可取法也。

空警或格於勢禁，不能成立，則不妨設立陸地警察，而以加拿大騎警為範，取長棄短，期適中國之需。

以上所述，皆摘自余去年在華時所草之報告書。

電報與電話

現行之電報制度，亟宜改善發展。設為事勢所許，最新式之電話，亦宜普行全國，雖僻遠之鄉，不宜遺漏。主其事者當運其全智，時採國外關於電報電話之進步而研究之。凡認為有採行之價值者，亟宜進行，毋稍延緩。

中國現有之電報綫，言之可歎。投遞一報，往往須二三日方克得達，有時電傳有誤，竟須重發，或竟有發而不到者。中國之需要最新與完善之電報及電話，蓋彰彰明矣。

鐵路

美國與中國國土幾相等，美有鐵道三十五萬英里，中國祇有七千英里，此種鐵道，時因軍事上之關係，極為敗壞，尤以軌道及各種車輛為甚。

設能修理完善，增高其效率，並加以良好之管理，則中國各鐵路，俱不難收入興旺，而成獲利之藪。然後以純利之一部，作維持與發展已成各路之用，而以大部份撥作測量新路，及建築公路之需，則中國鐵路事業之前途，必將立即改觀。

鄙意中國目前宜努力將現有鐵路設備整理完善，做到無可訾議之地步，若不此之圖，而欲侈談建築新路，殊非良策。惟此中亦有一例外，即粵漢鐵路之完成，因經濟及軍事之關係，以愈早為愈佳也。

一年以前，余曾遣余之助理工程師魏約翰 Mr. J.M. Weir 赴粵漢路未成段考察，並有鐵道部工程師朱君偕行。魏約翰之報告，除所擬各項工程預算，因需開山及築隧道多處，數目至為鉅大外，其餘各節，殊堪滿意。該路南段北端約卅英里間之工程，已於去年動工，惟何時完工，尚無所聞。

尚有一問題亟需解決者，即如何使平漢路與粵漢路，互相聯接，由此得以武漢為中心，由廣州可以直達北平。蓋粵漢路既為他日南部鐵路系統中，幹道之一，則此南北二大幹路之聯絡，自有其充分之必要也。武漢係漢口，漢陽，與武昌之總稱，三者皆位於漢水與長江之交點附近。漢口位於交點之北，武昌在其南，而漢陽則介於兩水之間也。水上運輸，現惟舢板及渡船是賴。有時風浪險惡，廢二三日不得渡。因此足知武漢跨江橋樑，無論其性質為鐵路橋樑，或普通橋樑，均有建築之需要。去年五月至九月間，余曾率工程師數人實地考察，以李文驥君為主任工程師，從事於新路綫之測量。擬由此與南北各路聯運，並擬設一公路，橫跨漢水。魏李二君，曾在漢水沿岸，鑽洞三處，以考察河底情狀，依其所得，余曾擬具計劃三種，其需用材料與經費，現正在估計中，一俟完竣，余將作一總報告

呈鐵道部也。

在此報告書內，擬設計之橋樑凡三：（一）與兩岸地面相平之單軌鐵路橋樑一座，長約七英里，將來並可改鋪雙軌。該橋之位置，距漢水口約二英里半。橋拱係升降式，可吊至離最高水位約一百十英尺。此橋除火車經行時外，通常高吊。（二）比較兩岸地面稍高之公路橋一座，其位置介鐵路橋與漢水口之間。亦為升降式，但其中間孔寬較小，使高桅之船得以經過橋拱為度。（三）於長江上築一鐵路及公路之兩用橋，橋底距最高水面約六十英尺，該橋亦為升降式，能高吊至一百五十英尺，庶海洋巨輪可以經過。

李君等之測量工作，其成績，為余從事工程五十五年來所僅見。其定綫之準確，與大三角測量及水平測量，皆足稀貴。上下每距二英尺定一等高綫。此種等高綫，俱用精密之儀器測成，非隨手粗定可比也。首尾兩綫，復依照北極之位置，加以覆核，故其差誤，竟小至二十秒，而大三角測量之差誤，則幾等於零。余未見更精密之測量工作有如斯者，誠中國工程師之獨長也。

關於鐵路機廠，因其所需工作種類繁多，致修理時費用較大，而工作亦不經濟。當余視察北甯路橋樑時，曾往山海關機廠一行，返後，曾作如下之報告：

余於九月二十四日下午往山海關機廠，雖為時甚暫，已足使余認識該廠之價值，但不信其目前之情形，足以應付事實上之需要。且有使余不滿者，即光綫不足，而無電燈設備，以致全廠光線，祇憑陽光，而陽光亦極不足。蓋廠中玻璃窗甚少，即有，其上亦滿堆塵垢，欲其工作之佳，斯誠難矣。余意該廠亟需一上等發電機，以供給需要之電光與電力。

無論何廠既須適於修理，及製造上自機車，下至一切之用具，又須凡所出品，均合於經濟，殆未之前聞。機廠為鐵路所必需，誠如前述，惟鄙意一路所屬之廠，似宜專為該路修理各種器具之用。即欲製造橋樑材料，亦祇可限於板樑，工字式鐵梁，及長不滿五十英尺之橋架。

至於鐵路機廠製造新橋樑之不經濟，其理由如下。

一。橋樑所用之材料，均須向外洋購得，並有一定尺寸，未必盡合新橋之

用，勢非按照需要截斷不可，在中國此種被棄之材料，殊屬無法銷售。

二。中國各路機廠現用機器，皆非新式；若欲利用此種機器從事製造，殊不濟經。

三。廠中須購備大批原料，以備製造之用；資本勢須大增。

四。欲造鐵路及公路所用之橋樑材料，必須向外國訂購。長途輸運，易致失時。

抑有進者，各廠宜廣延專家，於工作及製造方面，作進一步之研究，以冀改革完善，至於最有效率之程度。

就效率論，中國現有各路，應根據所採制度之不同，分成數類，每類至少有一修理廠，各不相混。

中國現有各路之管理，其敗壞誠屬不可思議。推原其故，約有數端，即路員道德之墮落，操出納者之中飽，及軍事之擾害是也。惟各路所雇用之中國工程師，就余所遇者言之，類皆勤誠忠實，不可多得。第在此不良環境之中，此輩不得不潔身自好，以防惡勢力之侵襲。目今路基之穩固，水草之刈除，固有工程師為之管理矣，不知枕木之已朽，而無力換新，他如車輛之缺乏，與夫久用而有損也。修理械具之不足也；各種橋樑以缺乏漆飾，致生銹蝕也；凡斯種種，不一而足。此後數年，中國恐仍不得不向國外訂購車輛，但必須早為籌備，務使一切修養工作，不必假手外人。就政治及經濟言，中國各路應歸中國自有與自管，毫無疑義。西方各國縱欲參加管理，亦難有良好之結果。但余之言此，非謂中國自管後，即有良好成績，實則照目前情形論，自管後必愈敗壞，關於此層，後文當另及之。

公 路

中國現有公路，其長度及建築法，二者均尚不能適合近代需要。即最近所築，亦為半新式而率以最賤價築成，因國中缺乏資本故也。中國與美國之公路有不同之點：在美國務質，而中國務量，於質幾不注意。中國亟應建築若干良好之道路，以適合汽車運輸為標準。願此項汽車重量一時尚不宜過大，以行駛於碎石路面亦可

以適用者爲宜。此外應在國中，建築少數確屬良好之幹道以作模範，并示國人；苟公路而建築佳者，即費用較多，與經濟亦無不合。頻年來所築支路，非泥路即碎石路面。因可捨滾路機而用人力平路，其費用較省多多也。

築公路時所應注意者，爲排水問題。文明國家，視洩水之重要，不亞於鐵路及公路之建築。如有不能宣洩者，常用抽水機以去之，若美國 Louisiana 地方等是。余嘗屢言於孫科氏，勸其在鐵道部內設一道路司，并實任塔特氏 O.J. Todd 主其事。蓋塔氏於十餘年來，在中國從事各種建設，極富經驗也。余之建議，一時似甚有力，特以內戰發生，遂形擱置。余甚望貴國不久即有類此組織之實現。蓋以公路之重要，除鐵道外無可比擬，並足爲鐵道之輔，以利商旅也。

飛機攝影測量

余於一九二八年離華前，即聞飛機測量之進步。余之加拿大已故同學，Henry K. Wicksteed, C.E.，嘗爲該項工作之先鋒，並曾奏偉大之功績。設余於首途赴華前，而有充分之時間，自將收集此項工作之材料。雖若此余於抵滬後，仍爲孫科氏言之，並研究中國政府採取此法所需之經費，頗蒙贊許。余當即致書美國工程師之專攻該項學識者，調查是項測繪之精確程度，及所需之經費，但所得頗有不相合處，因不得不將結束報告書之結論，延至返美後再行述作。惟余在上海參加會議時，關於中國測定一英里長路線所需之費用，曾由各路工程師方面，得有準確之材料，可與空中攝影測量費用作一比較。余返抵紐約後，復與 George C. Dichl, Inc., of Buffalo. 及 Fairchild Aerial Survey, Inc., of New York City. 詳細討論此事。據某專家報告，空中測量測定之等高綫。其準確程度，可在一英尺以內，苟此言固確，則其效用良屬可觀，以其所生差誤，於圖上確定地位時，並無大影響也。但據另二專家之意，則等高綫之最大差誤，可至二英尺半，是則不能謂空中測量爲準確矣。余等作第三次討論時，三專家

示余一法，即將大地測量，與空中測量合而為一。此法在中國於費用方面，以視純粹之地形測量，較為節省，且較為準確。余將以此法告諸貴國政府焉。

上法迅速而且經濟，欲測繪全國地形，不妨採用每十英尺或廿英尺之等高綫。設中國政府而能購置需用之器械，及訓練工程師與飛行人材，則可以同時測繪各縣之地形，於建築公路及鐵路時，將大受其便也。

橋 樑 工 程

中國現有鐵路橋樑之情形，言之殊堪浩嘆，其致此之由，有如下述：

- (a) 各路橋樑現已不能勝用。以當時設計承造之載重，在目前已感不敷。甚有今日之機車貨車重量，已為此項橋樑所不能承負。
- (b) 各路橋樑之設計及構造，本極草率。即在當時，其設計與構造，已不合科學方法。
- (c) 各項橋樑雖在經濟拮据時，猶能飾以油漆；但攷其實，漸將失用。重載之下或已呈彎曲之象矣。

(d) 橋面情狀，已呈危險，設一軌有失，橋之全部，即不堪設想。

欲使普通載重貨車，以相當之高速度，駛經路橋之上，則百分之九十以上橋樑，均須加固，或修換。為改造經濟計，宜將二相等之橋架，改合為一，在特種情形之下，亦可將三橋架合成為一。接頭處普通用混凝土膠合並壓以重物，以防隆起。其於不能加固者，則寧棄而重建，或以之改為公路橋樑焉。

去年余曾作四幹路橋樑之視察，視察之橋孔總數約在七千左右。余等首先取道平漢路，車行每至一橋，余與工程師數人，輒作一度詳細之視察。其他三路，路局曾為余備置專車，故每經一橋，亦可下車細察。以當時承造工程師國籍之不同，故各橋之式樣，長度，

及構造亦不相同。

方余視察時，余覺中國工程師之品格及能力有足多者。有數人正從事於新橋樑之工程，其工作雖美國橋樑專家，亦無以過之。余嘗建議鐵道部，在該部設一橋樑司，凡鐵道與公路橋樑之建築俱屬之，並以余所遇之專家主其事。設中國政府而欲實事求是者，余甚望余之建議即能實現也。

爲應付將來橋樑工程之需要起見，余以爲在中國亟宜設一製造橋樑用材料之工廠。該廠祇限製造板樑，工字樑，及一切短而結構簡單之橋架。至其餘較長及較複雜之橋架，暫時惟仍有購自國外。此種樑廠，宜設置完善，足以應付上述各種需要。其辦法可先在漢口創一總廠，然後逐漸在他處分設。此項橋樑製造廠，預計每年可有一萬噸之出品。余於此事，另有專著以說明其計劃。就今估計，以漢口爲中心之附近各處，需要橋樑材料者，共有五萬噸之多。即此需要，足使該廠支持五年；五年以後，需要必更激增。如前述之武漢三大橋，一部分材料，固亦可仰給於此廠也。再平漢路上之黃河新橋將來所用之上部構造材料，亦未始不可取給於此。由此觀之，此項橋樑製造廠設立之重要，蓋可知矣。

冶金與軋軋

冶金與軋軋廠，中國目前既無充裕之經費，且乏已開之礦產，惟有待諸將來工業發展時再行設立。此等工廠之設立，以在採取原料相近，及運輸產物便利之地爲宜。

自來水

除沿海口岸少數大城市有自來水設備外，全中國對於飲水之供給，向不注意。其結果，多數人民，因飲食之不潔而死於傷寒及腸胃症者，比比皆是，此則在他國所不經見者也。

去年，余曾與蕭露士君 Arthur M. Shaw 共同發表一文，對於各

城市之無充裕經濟，以建設新式自來水工程者，介紹以自流井爲代替。余等雖於自流井之水，並不能認爲絕對無害，但自流井苟能有適當之深度，則百分之七十五當屬有益而無損。

惟須牢記者，卽有新式之給水工程，須有新式之溝渠工程相輔。此層在中國恐未必盡曉也。

衛 生

關於衛生問題，余與蕭君有如下之論列：

在中國智識界中，無論外僑，或游歷外洋歸來之中國人士，莫不關懷中國將來之安寧，及人民之健康，而思改良其衛生問題。

現時中國中下級社會，尙未知飲料及垃圾之足以危害健康。故在教育方面，應於改良衛生問題，首先提倡及獎勵，務使人人盡了然於彼等目前生活狀況之危險。

對於不知衛生利害者，不能施以生活上強迫之改善。卽如美國數年前，曾有多數慈善家，建一新式公寓，而居住者多來自藏垢納污之所，頓使潔白白之浴室，變成煤炭之貯藏間。

曾有一外國工程師至中國未設溝渠之處，思有以補救之法，其法在使污穢之物，放入適當之河川中，俾自行溶化，否則提倡垃圾窖（如 Septic tank, Imhoff tank 之類）之設立，分別解決。但行此方法，苟研究中國情形者，可立知其有二弊：一中國多數城市均無自來水，須仰給河川爲飲料，二垃圾中含有於耕種有益之原料，必須使之保存。

因之現時中國各城市惟有先行設法，造一有比較良好飲料之公共給水所，較易辦到，卽經費方面，亦不致發生問題。而人民由此可得其應有之清潔飲料，及洗身用水之所，已屬一極大之改良。此等公共給水處，可用自流井法。井之深度，大概掘至可以避免污濁之水爲止。給水可分公衆與住家。公衆用者，不收費，惟須有一定規則，務使用水者不至濫費。住家則可酌收經費。井之造價，可於各該處自行集募。貧苦鄉村，則由公家貼補。

在中國現在經濟狀況之下，勢不能建設如美國之大規模給水設備以爲飲料，沖洗道路及公園灌溉之用。惟於可能範圍以內，亦應使人民費相當低廉之代價而有享受清潔飲料及用水之便利也。

排水管爲排洩污穢物之最有效而又最便宜者，且可免除臭濁之氣，但此法在中國未必適用，蓋污穢物之處理，在泰西已認爲複雜，在中國則尤甚。其方法，須視工程師之才能而定。泰西工程師曾經多方幫助與研究，但至現時，亦尙不能以過去之經驗，而有充分改良之方法也。

對於垃圾及污穢物之消滅，余曾介紹 Dr. Guiseppe Beccari 博士所發明之溶化爐 (Digesting Cell) 於中國，此法可使任何垃圾全部變化而成有益之肥料。焚時既無臭氣，且無害於衛生。余於此法曾在他處作下列之介紹，茲轉載如下：

自著者觀之，此法對於中國之適宜，甚於其他一切。欲求新生活，清潔，衛生，以及農事改良等等之實現，固宜注意於此，而工程師之欲解決其複雜的衛生問題者，更舍此末由。且此種方法，包含所有物理學，微菌學，及政治經濟學，工程師須得上開各項專家之有益指導與合作，然後能成功而獲美譽。如此，則此後華人之壽命，可使增長，並能增多其田地產量，減少其疾病痛苦。同時，亦可實際改良其物質上之生活，祇須督使街道家戶等等，依法清潔之耳。現今華人所處地位，無一不在恐怖狀態之中。如垃圾之傾積門外，排洩物之在曠地，屋內，街上，處處可見。卽有設法去之者，亦不加以清掃，坐使蠅類挾污穢而集於食物之上，傳佈微菌，殺人生命，莫此爲甚！我等何忍見青年人類之死亡，而貧勞者之生活於慘苦狀態中乎？欲解除此厄，非執政者強行清潔運動，及改良飲料不可！

隧 道

余前已述及，中國現時除通過山嶺之鐵路，及灌溉水道，需築隧道外，公路上僅偶或用之。中國有最佳之隧道二，均在自大連至牛莊之公路上，爲日人所築。至於水下隧道，余頗不謂然，以其不如建築橋樑之經濟而安全也。

水 利 問 題

中國之水利問題，可分爲下列四大類：

- 一，疏濬河道
- 二，內河航行

三、運河

四、灌溉

此四大問題於中國最爲重要，應爲統一的研究與處理，不可各行其是。否則將來必感困難，而又多費金錢。蓋工程既經建設，設因他種關係，又須更改，每爲勢所不能也。

疏濬河道關係全國國民之生命財產，設有忽視，則數千萬人民隨之饑窮而死。對此重大問題，中國政府急宜設法，加以澈底之研究，不可坐失時機。

中國對於內河航行，雖經若干年之提倡，仍少進步。河道之有待整理，及航行方法之改良，隨處皆是。凡此種種，亟宜隨時設法改良。

中國於運河之設備，雖有悠久之歷史，但此後中國工程師，務宜應用科學方法從事建設，毋以舊有運河尙屬可用，而加以漠視。

中國農田灌溉方法，由來已久，然均不能應用科學方法，蓋因中國舊有之粗笨灌溉法，已深印於農人腦中，一時無法改變之故。

一載以前，余曾屬塔特先生草一文曰治理洪水經濟法 Economics of Flood Control。中英文版俱有，甚願介紹與諸君，詳細研究之也。

海 港

中國理宜建設新海港數處，及將舊有者加以改良。惜以國內其他重要事業，需款之孔亟，實已無力及此。但無論如何，大宗海港工程之建設，有待於來日之進行，殊無可疑也。

農 業 工 程

中國農業雖甚發達，但均不應用科學方法，尙有待於農業工程師此後之努力。如以余所知之泥土成分之分析，中國絕未採用，而在美國，則幾爲從事園藝及耕種者之家常便飯焉。

再者，在東三省與內外蒙古尙有荒地數千里，不難開墾而耕

植之；惜乎中國農民之閉關自守，而不思開拓也。如能使優良冒險之輩，移植於此北方廣漠之區，教以如何耕種之道，則農產物之增加，可以計日而待矣。

製造工業

比年以來，中國雖有大規模之實業計劃，但迄未實現，致各種貨物仍仰求於國外。余在余之經濟條陳中，對於『提倡內國工業抵制舶來品。』一層，曾有所述及，茲摘錄如下：

各種貨物之必須仰求國外，抑由中國自行製造，論者不一。惟在中國經濟如此拮据之秋，借貸外債，實屬非易。故在此惡劣環境之下，欲圖物質改良，捨從內國工業入手，無他法焉。

使中國而能不賴國外之輸入，誠有莫大之利益，而民生之寬裕，自不待言。且如有大宗貨物之產生，則人民更可利用經濟力量，以資推廣。安至如中國現時欲求對外貿易平衡而尙不可得，發展云云，更無從談起矣。所惜政府短於見識，每觀人民稍有積蓄，即橫征暴斂，以供其購置汽車飛機之用，此實國內工業之致命傷也！本國工業雖為個人，或團體之試驗事業，似與政府無關，但政府為提倡起見，在一宗工業創始之初，應予以特種權利，如補助經費及免除捐稅等是。於國家有特別利益之大規模事業，應由政府計劃創辦，如冶金，軋軋，橋樑，車輻，機頭，汽車，飛機等等。其他如紡織，羊毛，紙張，烟油，機器，電料，油漆，以及用具等廠，則可任人民經營之。至於增加進口稅，更有益於中國之實業家，蓋能助國貨之暢銷及發展也。

無論個人或公司，如擬於中國創辦製造工業，應將利害關係詳為推敲，以便由事先觀察，得以預測是否有成功之可能。除非計算準確，則擬辦之事業，寧可從緩。因已經發動之事業，一遭失敗，不但金錢損失，及多數人困窘，且足以影響國內其他一切之發展，而以影響外資之加入為尤甚。

在前述以及其他未述之各項事項中，應有許多事業，值得由中外商業家有企業心者加以嚴密之考慮。此類企業家，應不忘建設一事業，由創設以迄成功，并運用得宜，使本國毋須再行輸入國外貨物，換言之，即其愛國心之表現也。

以中國工資之低廉，人民天資之聰慧，習性之勤儉而言，自不難與外國

角逐，但須中國資本家能設法製造，目前中國人民之必需品，而能為外貨之代替耳。最後，於企圖發展其事業之中國資本家，余有一言相告，如彼輩所出貨品銷路已暢，獲利出乎意外，則應減低售價，以謀其事業之發展，萬勿孜孜於個人一己之利益，而忘其身為國民一份子之責任也。

工 程 教 育

中國將來之發展，全恃乎中國工程師之努力，固無疑義，但專門教育實為工程事業之基礎，故政府亟應多設良好之工商業，專門學校，培植技術人才以資需用。不宜僅在造就領袖人才上着重，務須各種人才俱備。余於蒞滬之後，孫科氏即徵余同意，為上海交通大學設計會添土木工程學課，使之切合實用。此事雖在余之任務範圍以外，但以其重要，樂而允之。當即搜集美國最佳之教本，及土木工程參攷書，根據學生之能力，排定中國所需之學課。呈報孫氏，即命實行。並聘美國工程師 Mr. Herbert Davidson 及 Mr. Harold C. Westman 擔任教授，即於是年九月到校授課，頗著成績。惜以經費關係，致渠等不能久於其位。嗣後又擬添聘教授四人，雖接洽者已有三，但仍以經費而罷。

此等不幸事件之發生，實使余非常失望。蓋余於此事，實具無窮希望，因不僅上海交通大學由此可以發展，中國工程教育，亦將由此有鉅大之改進也。余在今日猶不絕希望，日後或有機緣，使余重有扶助該校發展，成為全國工學院模範之機會，以其關係中國將來之發展，異常重要故也。

惟余於上海交通大學之課程及管理，有不能已於言者，如『學期中假日過多，』『教科太不重實際，』『教授之懶及漠不關心，』『學生體質薄弱，以致缺少持久奮鬥精神。』及『學生成為學校管理者之一份子，無理顧問一切。』上述各點，甚盼該校之早日加以糾正與改良也。

一九二九年余在中國發表之著作

在余離華之前，即與蕭篤士君整理余在華之報告書，備忘錄，工程計劃及演說辭本擬印行問世，惜以限於經費，未能如願。此項著作深信對於貴國，不無價值之可言。即余之中國知友之目觀此項文字者，亦莫不公認，苟能照此實行，大可為開發中國之助也。

如何使「各種需要」能達目的

在結束此演辭之前，至少，余應將以上所述之各種需要，如何能達目的之法，大概加以說明，否則或將造成一種嚴重之錯誤，此固余所不願為也。余不憚質直陳辭，並非有意攻訐，甚望讀者平心靜氣，勿至引起誤會。其實，現時中國各事之每况愈下，稍有頭腦者，皆能詳道之。且欲各事之蒸蒸日上，非有直爽之忠告不為功也。

中國之工程師，宜以美日二國為規範而效法之，不必效法歐洲，因中國工程界之狀況，完全與歐洲不同，而與日本及美國反有許多類同之處也。

日本現時種種之發展，皆由於半世紀前效法美國而致。中國人苟能小心翼翼，宛如已往之日本工程師，而研究美國之工作及管理法，擇其善者而從之，不善者而去之，則來日之興盛，殊可預卜也。他姑不論，即如日本之經營南滿鐵路，其成績之良好，殆罕其匹。余意中國政府應派遣若干鐵路人員及工程師，至南滿鐵路附近各地，研究其經營二十餘年之大煤礦與鐵路工程，並一究其如何可使中國之鐵路工程，以經濟有效之方法，造成同樣之鐵路而管理之。蓋簡單言之，日本在南滿之各種建設，如鐵道，商港，碼頭，公路，隧道，市政，公園，各種公共建築，學校，醫院等等，均屬現在文明國家中之最上等者。

余雖有此效法南滿工程之建議，但並未忘却現在中日兩國人民之感情，尚在一極不和協之狀態之中，而推原其故，無非起因於軍閥之野心，此則殊堪惋惜者也。據余所知，日之有識階級，亦未嘗無人不渴望中日二國之真正親善，故余深信此後中日二國，苟

欲有所供獻於世界，非先恢復兩國間之友誼不可也。

在國內恢復和平之後，中國欲建設余所已講之各種工程，自非借大宗外債不可。但欲借外債，須先整理已發之國內公債，務使本利清償而後可。其清償之法，可發行特別公債，先於華人方面募集，不足之數，由外人補之。據余觀察，如中國能將一切舊有公債清償後，則外國銀行家，必多樂於投資中國之各種建設也。

如中國借得此項建設用之特別外債後，不宜將自建之鐵路等，仍蹈以前覆轍，托付於外人之手。蓋能自行管理，而又能使債權者知此等債款之用於正當經濟之途，則其結果必甚光榮而經濟。至於本利之應按期清還，自屬當然之事。使一切依此辦理，則對於政府亦無所謂束縛。惟對於收支之管理等，則由債權者指派外人，薪金由中政府供給，同時或須雇用外籍工程師，以資於設計方面有所規劃也。

(張仁春譯)

埃及尼羅河電力灌溉

埃及尼羅(Nile)河北口入地中海之三角地，面積計5200平方公里(2,000平方英里)，西自Alexandria城起，東至Port Said止，長約160公里(100英里)，為鹽鹼沙土，不能耕植之地。昔曾開鑿清水渠，引導淡水，灌注田中，使鹽鹼漏下，由排水溝中流出，以入于海，或入近海處之三個鹽水湖。惟此項方法極遲緩，須費年代甚久，清水渠與排水溝高低相差不大，水流不能迅速。埃及政府乃決定採用電力灌水墾荒，使能種植甘蔗，棉花，稻作一類植物。其情形與我國江蘇省長江北岸東海濱一帶土地頗相若。

埃及電力灌水墾田，並非灌溉淡水，而以鹽鹼之水從排水溝打出，使排水溝之水位降低，田中淡水得加速流下，多帶鹽鹼，以期墾田成熟時間提早。是項計畫自1930年始動工，今已完成。分述如下：

發電廠計有三處，總共23,500瓩(Kw.)，輸電佈電均用架空式，有雙重設備，以防一線損壞。線路現在電壓為33,000伏，惟各項材料均用66,000伏者，以備將來改為66,000伏之輸電網。抽水機站，共有十五處，水量水高各處不同，惟因水面高度相差甚低，僅1.5至3公尺，十五處抽水機站中共裝抽水機68具，各用電動機轉動。

(李開第)

無空氣射油提士機關之新學說

張可治

(一) 引言

提士機關，係在三十餘年前爲提士博士所發明。德政府旋採用之爲潛水艇之原動機。提士機得此機會，改良與進步甚速。迨歐戰既終，工程界鑒於提士機之優點甚多，遂更進而加以改造，使適于現代普通工業上暨航業上之需要。迄今提士機已有打倒其他一切內燃機之趨勢，且幾有進而與汽鍋輪相抗衡之概。

三年前，作者曾爲本刊草「提士機關之現勢」一文，論述提士機之優點，應用範圍及其發展趨勢。近來用具體方法，研究提士機關者更多，而對於汽缸內燃燒之實況，竟漸有澈底了解之希望。故此後提士機之設計與製造，必更能趨于合理化。晚近吾國之機器業已漸有進步，其能造提士機關者頗不乏人，故更草斯篇以供學者之參攷兼求教焉。

按提士機關者，乃一內燃機之機關，其所用之燃料，係在壓程之末，射入於汽缸所容之熾熱空氣內，因而自然燃燒。該機關之優點有三：一、因壓力較大，故效率較高。二、因燃料後加且能自燃，故其調速及開車較能操縱自如。三、因缸內溫度甚高，燃料既易燃燒，燃燒復易透澈，故燃料之選擇較易。

提士機所應用之原理，頗爲簡單。蓋其熱力變化，係脫胎於等溫循環，成就於等壓循環，引申於等積循環，而折衷于混合循環者也。惟其製造上之困難則甚多。按提士機最重要之部份，乃射油裝

置。故其所遭遇之困難爲尤多。提士機所用之射油方法有三。曰空氣噴射，曰瓦斯噴射，曰直接注射是也。空氣噴射者，係將空氣壓至一千磅之壓力，然後用之將柴油噴入氣缸之內也。瓦斯噴射者，係將汽缸之上部另隔成一室，謂之先頭燃燒室。室端鑽有小孔若干，室壁因無水夾，故溫度較高。柴油射入該室，因受高熱，故遂即燃燒而增加室內之壓力。室內之瓦斯，遂憑此壓力挾燼餘之柴油而噴出也。直接注射者，係由油滂用極高之壓力，將柴油直接射入汽缸而使之直接燃燒也。瓦斯噴射法與直接注射法，又可總稱爲無空氣射油法。

先是提士氏發明提士機時，本欲採用直接注射法，以求全部機器之簡單化。當時製造之手續欠精，油滂之應用深感不靈，蓋其每次所需要之油量極微，而又須極爲準確，且須在極短之時間內，（約在.01秒左右）用極高之壓力，（自一百二十氣壓至六百氣壓）輸入于氣缸之內也。于是不得已而思其次，乃採用空氣噴射法。其所用噴射空氣，雖恆在一千磅左右，但用分級壓縮法壓之。其所感之困難亦屬有限，且每柴油一磅，約需空氣1.3磅，空氣雖被壓縮，但究係氣體，其容積頗大。故空氣挾柴油噴出時，空氣與柴油容積之比，約在三十二比一之譜。夫以巨量之空氣，用旋風式之速度，強使些微之柴油奪油孔而出，則其所成之油霧，必極細；其所達之距離，必極遠。霧細則柴油易于燃燒，射遠則燃燒易于透澈。故自提士改用空氣噴油後，提士機遂告成功。

反之，若廢除空氣而改用直接注射法，則注射油孔之面積極小，製造不易，且易被壅塞。又因射油過急之故，油孔易被侵蝕而變其大小，以致射油量有與時俱增之傾向。足使注入氣缸之柴油，過多過粗，而發生燃燒不透澈之弊。其次柴油射出時，不用空氣以扶翼之，則分配極難均勻。欲其射遠，則油點或致過粗，欲其霧細，則遠處或難顧及。加以注射油瓣在將關未關之時，注射壓力或竟有降低之可能，而使柴油點點滴入氣缸之中，延長燃燒之時間，並使氣

缸發熱回氣不清。凡此種種，皆爲直接注射法之難關，而必須設法避免者也。

然而空氣噴射，終嫌複雜，其造價較昂而效率亦較低。故吾人終不能忘情於直接注射法也。積十餘年之研究試驗而迄於今，直接注射法已能戰勝一切。即在五千馬力以上之引擎，亦能適用矣。而致其所以成功之究竟，則實由於燃燒之原理，有澈底的了解之故也。茲請于下列各章內，稍稍論列之。

至于瓦斯噴射法，則係擷取二者之長，而自成一法。吾人亦將于下文稍稍論及之。

(二) 柴油在氣缸內燃燒之情形

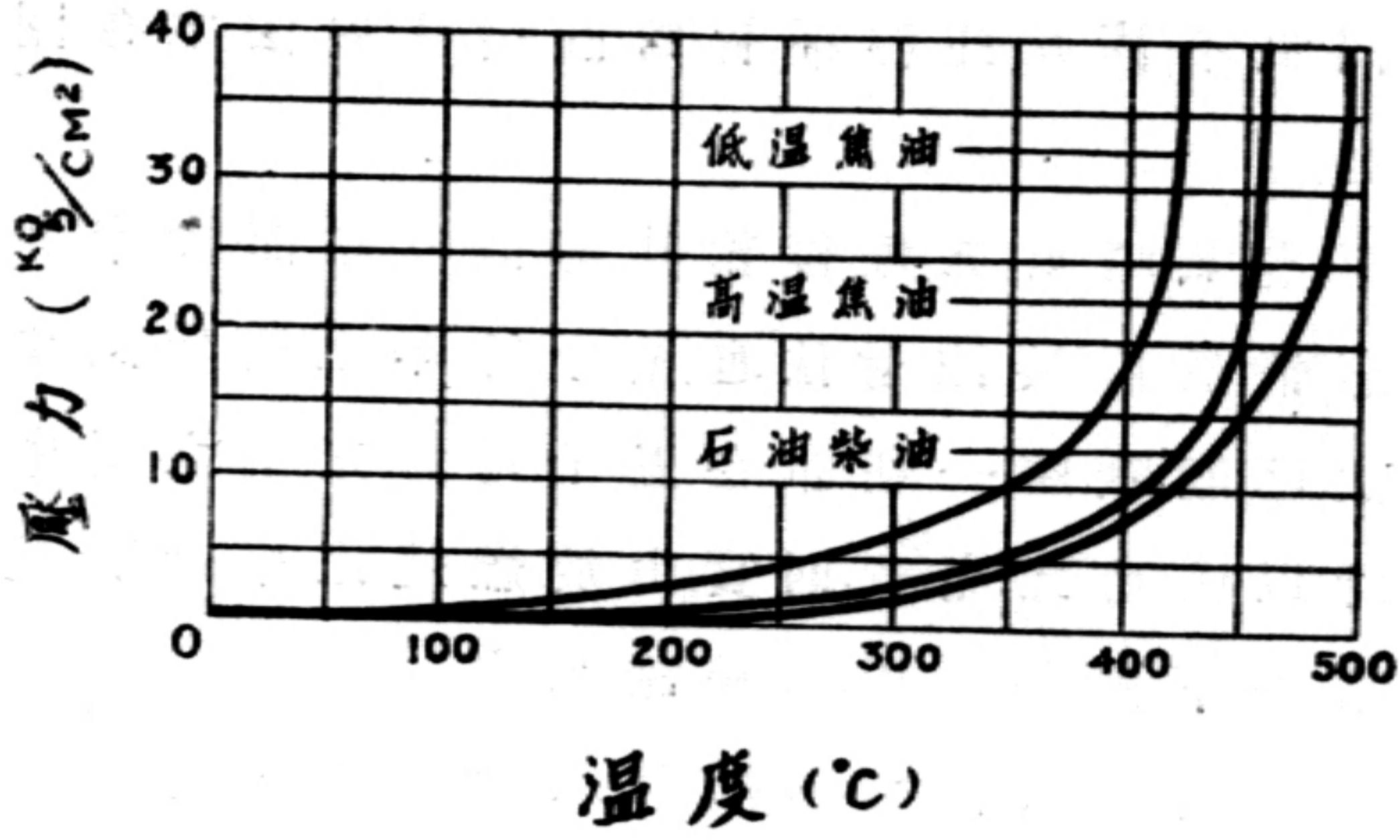
1. 以前之誤解：按內燃機係濫觴于瓦斯機，再進而爲汽油機，火油機，熱球機，瓦斯機。瓦斯機之燃料，固爲氣體，而汽油機與火油機之燃料，亦須先行蒸發。熱球機之燃料，亦須先行加熱。故數十年來一般之理想，僉以燃料在未燃之先，必須蒸發或汽化。然而此實謬解之甚也。茲請用各種方法以反證之。

按柴油之來源有二，即石油與石煤是也。自石煤提出之柴油，多含脂肪體，甚合內燃機之用。自石炭提出者，則多含芬芳體，但不合內燃機之用。

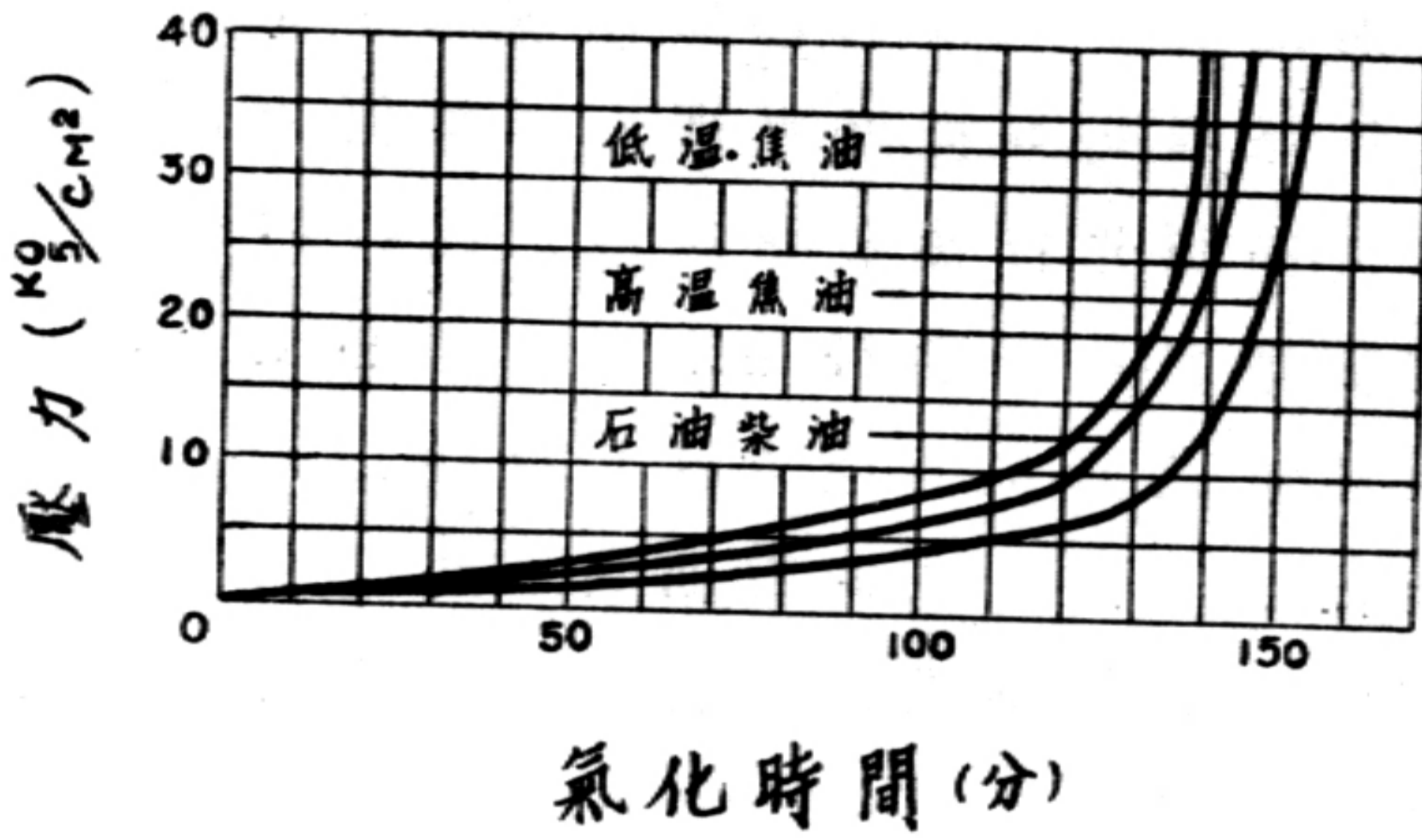
今若依照舊說，柴油必先蒸發始起作用而燃燒，則柴油之氣壓及其蒸發之緩速，對於其適用與否，必有甚大之影響。然而第一圖與第二圖之曲線，乃由實試所得之結果而製成。其適用者之曲線，竟夾雜于不適用者之間，已屬無線索之可尋。况柴油自射入以迄燃燒，僅在一剎那間，其蒸發量亦屬有限，觀于第三圖可以知之。然則持蒸發論者，固難以自圓其說矣。

其次謂柴油必先氣化而後可以燃燒乎？（按氣化者乃液體分子起分裂作用而變爲瓦斯也）今若將各種柴油加熱而使其完全蒸發氣化，然後忽復冷却之，則其蒸發部份必仍能凝結。其氣化部份則不復凝結。乃柴油之適用者往往氣化較少。其不適用者，氣

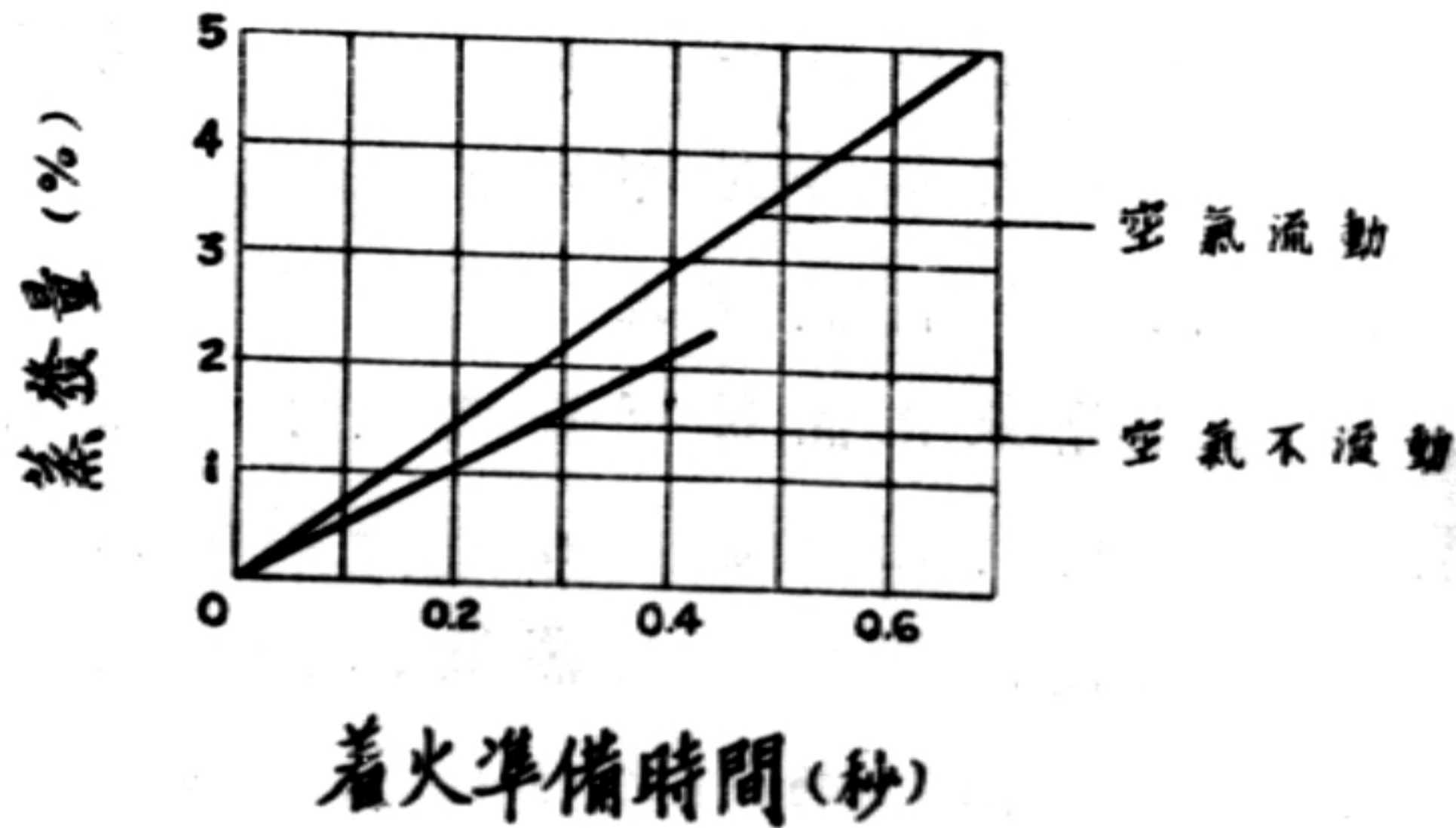
第一圖



第二圖



第三圖



化反多，固明明與氣化說不相容也。

再其次附和舊說者，將謂水素之遊離，係有利于柴油之燃燒乎？則瓦斯分析之結果，又適得其反。蓋石炭柴油氣化後，瓦斯所含之水素多，而石油柴油氣化後，瓦斯所含之水素少也。此其故亦甚易明瞭。蓋脂肪體分子之結構，係成鍊條式 $C-C$ 之結合力，不如 $C-H$ ，而芬芳體之結構，係成六角式 $C=C$ 之結合力，係大于 $C-H$ 也。

又或謂液體之燃燒，必難於氣體乎？則液體之燃燒點，固明明遠低於氣體之燃燒點也。且各柴油於氣化後，其燃燒點係大致相同，蓋此時其所含者，不外 H_2 ， CH_4 ， C_2H_6 ， C_3H_4 ， C_2H_2 ，及 CO 也。夫其燃燒點既相同矣，則又烏能持以爲柴油適用與否之鑑別點乎？反之，各柴油本身之燃燒點既低，且係與其適用之程度相呼應，則吾人雖欲不廢氣化論而立直接燃燒之說，又豈可得乎？

今更進一步，取一熱球機在其熱球上鑽一小孔而插一金屬溫度針于其中，然後用點錫密封之。當該機開動後，吾人求得熱球之溫度，約在四百度左右。今若柴油必先氣化始可燃燒，則瓦斯之燃燒點尙未達到。燃燒將何自而起乎？反之，液體柴油之燃燒點，僅爲二五〇左右，則四百度之溫度，固已綽綽乎有餘裕矣。

2. 燃燒點：今夫吾人既已說明柴油之燃燒，不必借徑於氣化或蒸發矣。請更進而申論柴油直接燃燒之過程。庶吾人以後對於內燃機之設計，可以更趨于合理化也。

按柴油之溫度，必先達到燃燒點，而後始可以燃燒。燃燒係依各種柴油之性質而異，且卽在同一種之柴油，其燃燒點亦因空氣密度之不同，而有高低。蓋燃燒者，係酸素與水素炭素間相互之作用。若空氣之密度加高，則分子間之接觸必更多且密，因而易起化學作用，故燃燒點亦必因是而降低。下列之公式，卽表示空氣之密度與燃燒點之關係者也。

$$T = Cr^{-m}$$

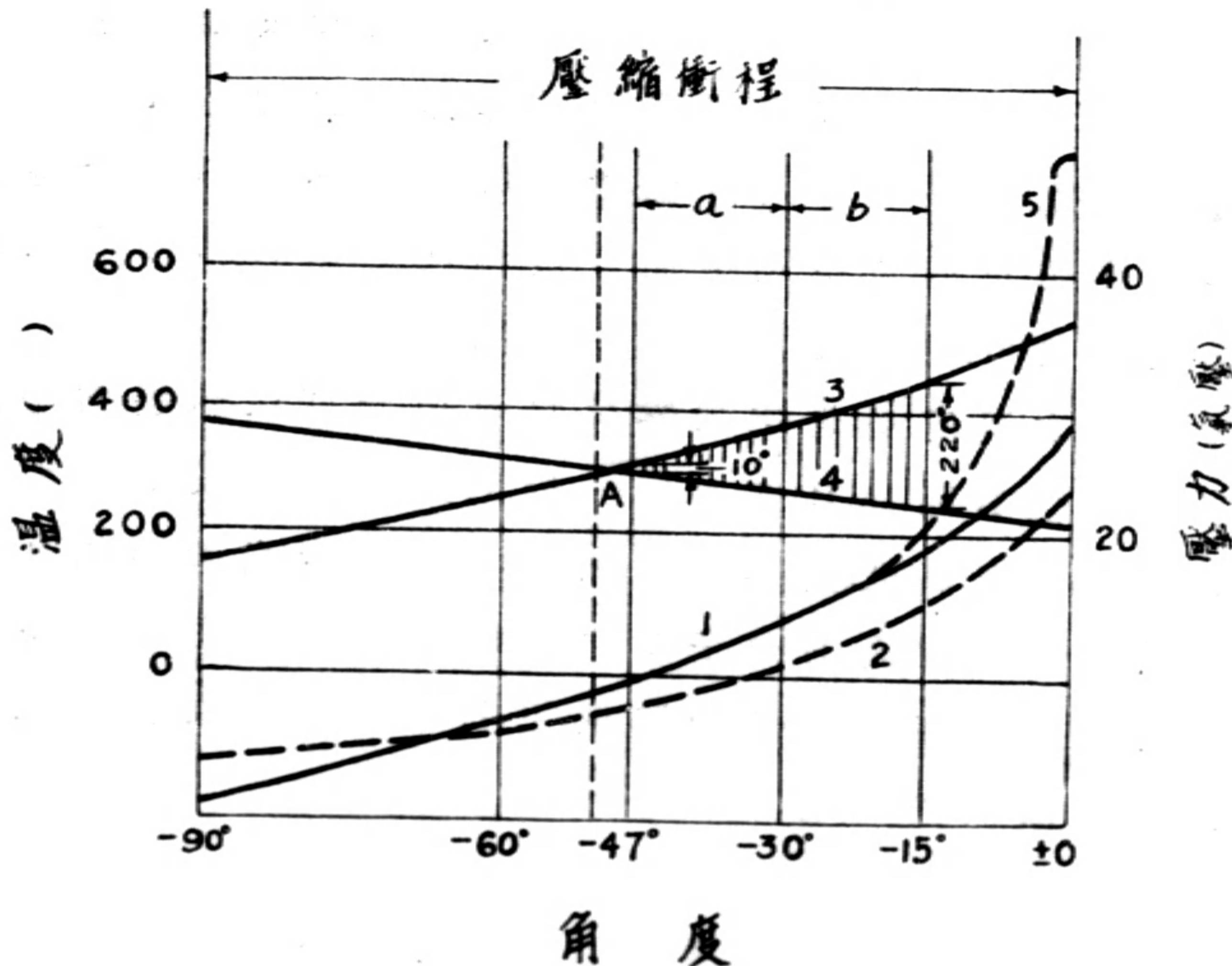
T 乃燃燒點之溫度。C 與 m 二數，係視所用之柴油而異。普通

石油柴油之 C 爲七〇九, m 爲一六〇。 r 爲空氣之密度。

3. 柴油之着火: 當柴油適自油頭射出時,其溫度尙低,不能立即燃燒。故必須自汽缸內之熱空氣,吸取若干之熱量,使其本身之溫度達於燃燒點,而後始能着火。按柴油自油頭射出,以迄于着火所耗之時間,謂之着火準備時間,該時間之長短,係視油點吸取熱量之緩速而異。故若汽缸內空氣之溫度,能遠出柴油燃燒點之上,或能作劇烈之流動,又若油點能分至極細,則空氣與柴油間傳熱之效率,皆可因以激增。因而使着火準備時間縮短。其汽缸內空氣之溫度,與柴油燃燒點溫度之差,係謂之過熱溫度。

但柴油係具壓縮性,導油裝置,係具伸張性。故欲使柴油在數千磅壓力之下射入汽缸柴油之本身,必須先被壓縮,復須擠入油管,而使其漲大,然後始有餘力射出。故自油滂開始推動,以迄柴油自油頭射出,亦必須耗費若干時間,是謂之射前準備時間。

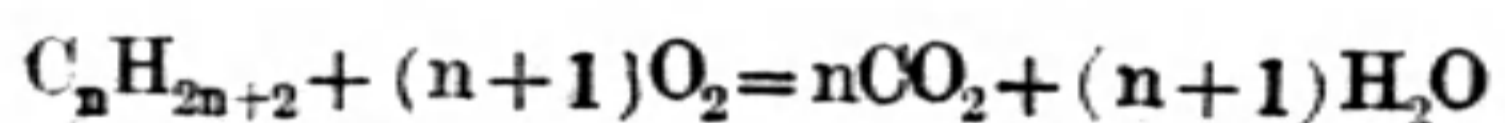
第 四 圖



茲請舉一實例，將以上所討論之各種關係，用曲線表示之如圖四。按空氣在汽缸內，係受類似絕緣之壓縮。故其壓力密度與溫度變遷之形勢，可用曲線 1, 2, 3 以表示之。柴油之着火點，係與空氣之密度成反比例。故可用曲線 4 以表示之。在 A 點以前，空氣之溫度係低于柴油之燃燒點。故在此時，柴油係絕對不能着火。在 47° 角時，油滂之活塞，開始推動。自 47° 角以迄 30° 角，係射前準備時間 (a)。油滂雖動，缸內仍無油也。在 30° 角時，柴油開始自油頭射出。此時缸內過積溫度係在 120° 左右，但油體尚冷，不能立即着火，故自 30° 角以迄 15° 角，係着火準備時間。在 15° 角時，柴油之溫度已達其燃燒點，而開始燃燒，並發生熱量，使空氣之壓力線升高甚速，如曲線 5。故曲線 1 與 5 分離之點。即柴油在缸內開始燃燒之時也。

然則吾人可下新定義曰，提士機者，乃將空氣單獨的壓縮，使其溫度與密度增高，庶柴油射入汽缸後，其着火準備時間，可以縮短至一預定之程度也。凡越過該項程度之溫度與密度，皆屬無用，而反使各機件受無謂之負擔也。

4. 柴油之燃燒：燃燒者，乃一種化學作用也。其所產生之化合物，乃 HO 與 CO₂。但其實在變遷之情形，則決非如下列化學式之簡單。



蓋此式之左項與右項之間，固尚有無數之相等項，以代表各種過渡之情形也。茲請將燃燒之過程，約略推測之如下，以為設計時之助。

微細之油點射入汽缸時，與缸內之熱空氣相遇，因而吸取其熱量並增高其本身之溫度，油點之溫度既增，其化學上之吸力，亦因之而加大。于是油點外層之分子，遂與一二酸素分子相結合，而成一種複雜之酸化水炭。但此乃一種不穩之現象。故若溫度繼續加增，則此項臨時之化合物，便復分裂，而變成若干之較簡單之分子。但當其分裂時，大宗之熱量，亦隨之以產生，而完成燃燒之初步。

此即所謂着火點是也。分子分裂後，復循同樣之程序，造成各種臨時之酸化物，並遂復分裂而成更簡單之化合物，同時產生若干之熱量。如是遞進，以迄告成 H_2O 及 CO_2 爲止。至其累次所發生之熱量，則一部係變爲機械能力，產生機械工作，其又一部則係供給其他油點之熱量，而助其繼續燃燒。

由是以觀，燃燒者，乃一組繼續的化學作用，而必需若干之時間，始可以完成之。（大約在0.4秒左右）故在轉數較少之柴油機，燃燒過程，約占衝程之 $\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{3}$ ，而在轉動之較快者，甚有直至回氣瓣已開，而燃燒始告終結也。

（三）燃燒裝置之設計

今夫柴油在汽缸內燃燒之過程，既已明瞭矣。則請進而研究燃燒室及其附件之設計問題。茲姑分爲下列各項，而分別討論之。

1. 熱力循環 2. 射油之速度 3. 燃燒室之形狀

1. 熱力循環：按柴油射入汽缸後，必須經過着火準備時間，始能燃燒，已如上述矣。故柴油必須提早注入，庶于至死點時，缸內之壓力可以適達其最高值。惟若過分提早，則大部份之柴油，在死點以前，勢必已經燃燒，而使缸內之壓力，激增至於其極，遂造成一等積循環。

又按提士機關，用空氣噴射時，柴油可以徐徐噴入。故缸內之壓力升高較緩，而幾可造成一純粹之等壓循環。反之，若採用直接注射法，則柴油射入時，終不能若空氣噴射之緩和。故缸內之壓力，升高亦較速。

又按等積循環之效率較好，但因其所造成之壓力過高，足使機器易于摧壞。反之，等壓循環之效率較低，但其作用則較和平。

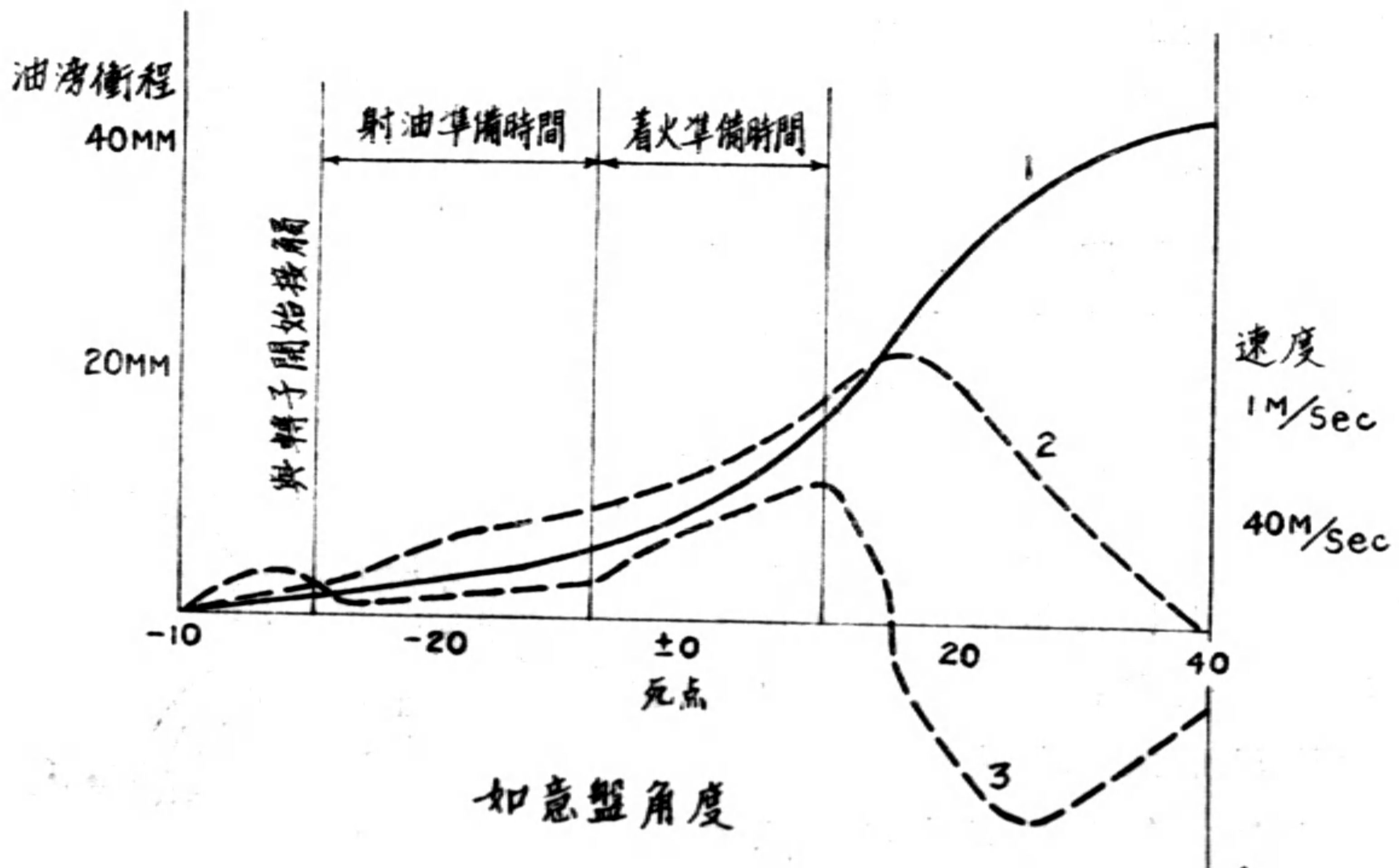
由是以觀，一座柴油機之熱力循環，並非一成不變。若射油較早而急，則必類似等積。若射油較遲而緩，則必近似等壓。而普通一般，則總在等壓與等積之間也。

2. 射油之速度：夫欲使燃燒透澈，則柴油與空氣必須有適

當之配合。但空氣在汽缸內之動作甚微，不能迅速的移就柴油，則柴油勢必移就空氣。故吾人可先用低速度開始，將柴油射入汽缸。柴油之速度既低，其穿透力甚小，則必被阻于油頭附近之區域內。同時油滂尚繼續打油。如欲使此繼續打入之油，仍獲與新鮮之空氣相遇，則必須使其穿透已與柴油相化合之氣層，而達于新鮮之境界。故油之速度，必須提高。如是遞進，直至柴油已達于汽缸內最遠之處而止。故最後射出之油，應具最高速度。

根據以上之討論，吾人便可從事于「射油如意盤」之設計，而第五圖之曲線(1)，即該盤之輪廓也。取曲線(1)之微分作曲線(2)，則可用以代表該盤輪廓升高之速度，而亦即油滂打油之速度也。再取曲線(2)之微分而作曲線(3)，則可用以代表輪廓升高之加速度，而亦即打油之加速度也。如意盤升高一程後，始與轉子相接觸。自第二程至第五程，乃射油準備時間。此時打油之速度，係與缸內之作用無關。故應縮短之，以圖節省時間。是以加速曲線，在此段

第五圖



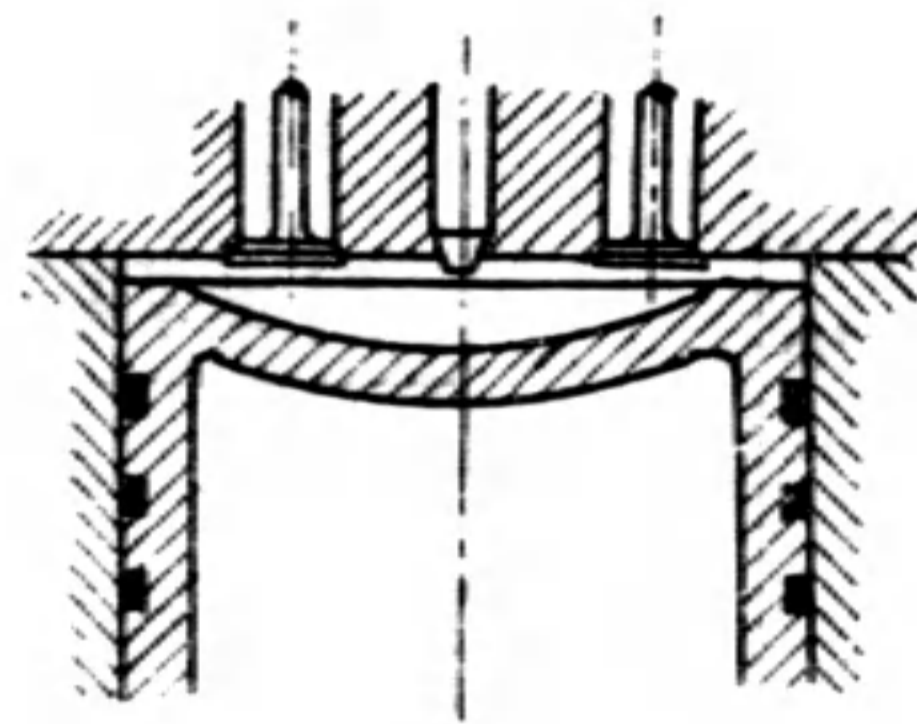
內,有一最高點,又根據上節射油速度應愈趨愈急。故自射油開始後,各曲線皆升高甚速。曲線(3),達最高點時,吸油瓣開,射油即告停止。但此時射油之速度,並非最高。蓋若引擎更受過量之負荷,其所射油量,必尚須增加若干,則此最後射出之油,必須有更高之速度,始得穿透較厚之氣層,而與新鮮空氣相遇也。故加速曲線最高點與速度曲線最高點間之區域,乃過量負荷之區域也。過此以往,雖因力學的關係,如意盤仍繼續上升,但油滂活塞之速度既低,便不堪復充打油之用矣。故速度綫最高點與輪廓綫最高點之間之區域,乃打住區域也。

3. 燃燒室之形狀: 夫調整射油之緩急遲速,固能促進空氣與柴油之遇合,然苟燃燒室之形狀未曾經過合理之設計,則燃燒必仍不能竟全功也。蓋曩日之提士機,係全用噴射法。以多量之空氣,挾少許之柴油,而沖激流盪乎燃燒室內,固不憂夫燃燒之不透澈也。但自改用注射法後,柴油頓失其雄厚之憑依,偶一不慎,必跋前疐後,而動輒得咎。故燃燒室之形狀,不可不慎重選擇也。

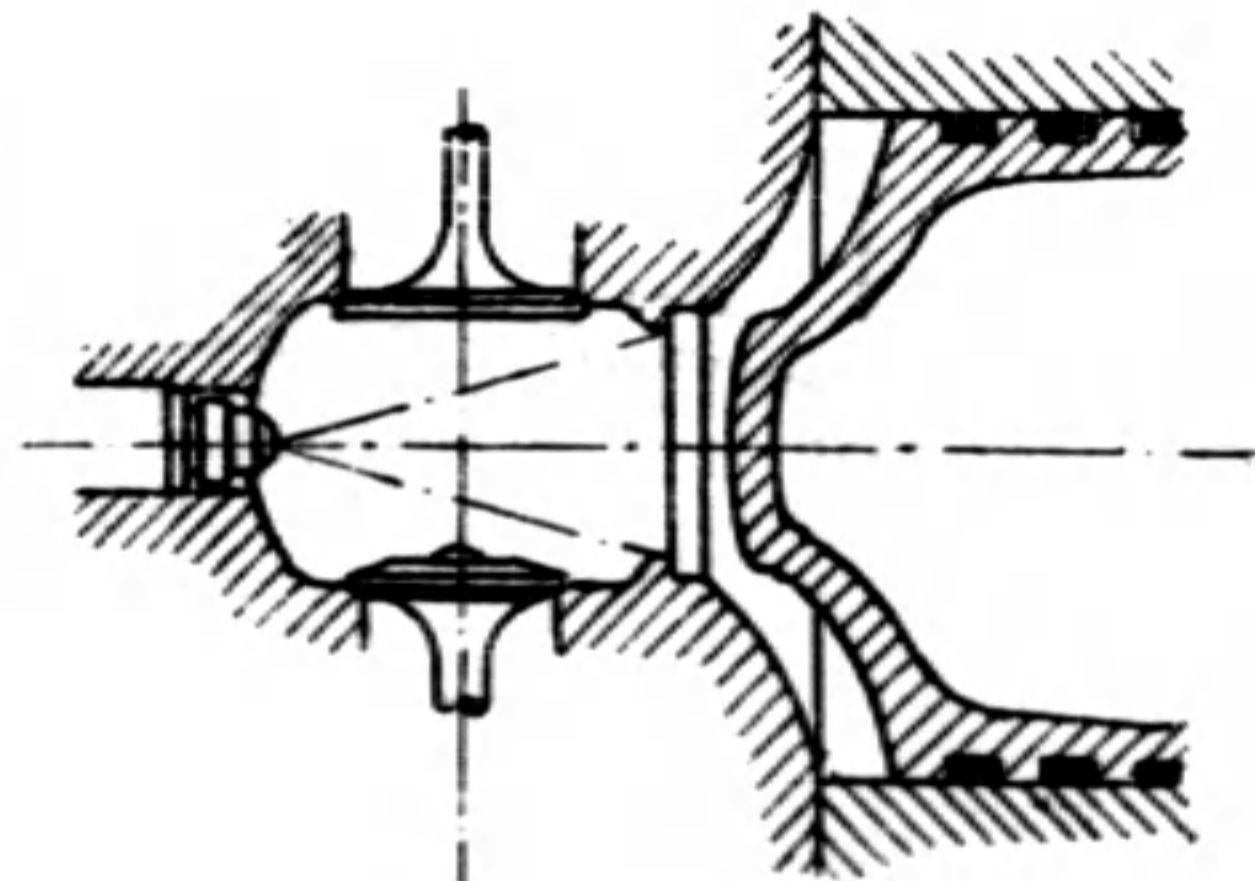
第六圖,乃普通噴射提士機之燃燒室也。其形狀至為簡單。柴油自中心噴出,雖與活塞相撞,但因噴射空氣係富于彈性,故油霧仍能反覆活躍,而不至黏于活塞之上。反之,若襲用此室之形狀,而只將噴射空氣取消,則柴油一與活塞相接觸,便立被黏住而不復有燃燒透澈之希望矣。

第七圖,乃道馳牌臥室提士機之燃燒室也。按柴油之射軌,係成圓椎形,適為該室所容,又加缸內之熱空氣被壓,緣室口衝入室

第六圖



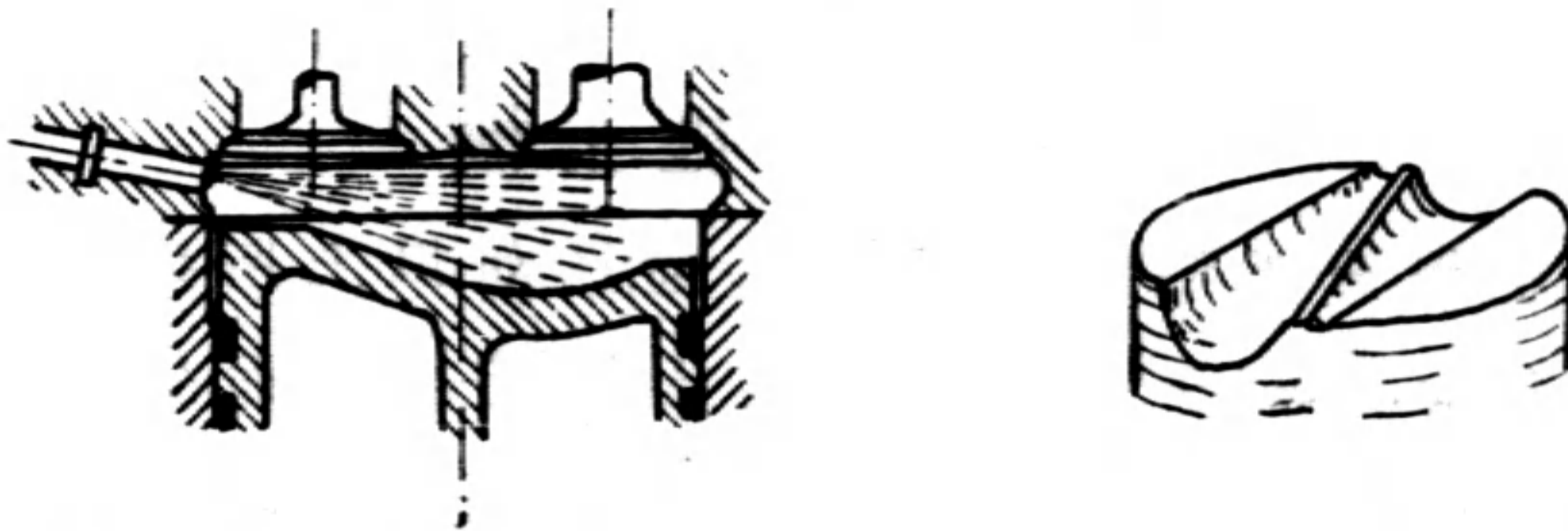
第七圖



內而成劇烈之渦動,故燃燒頗見透澈也。

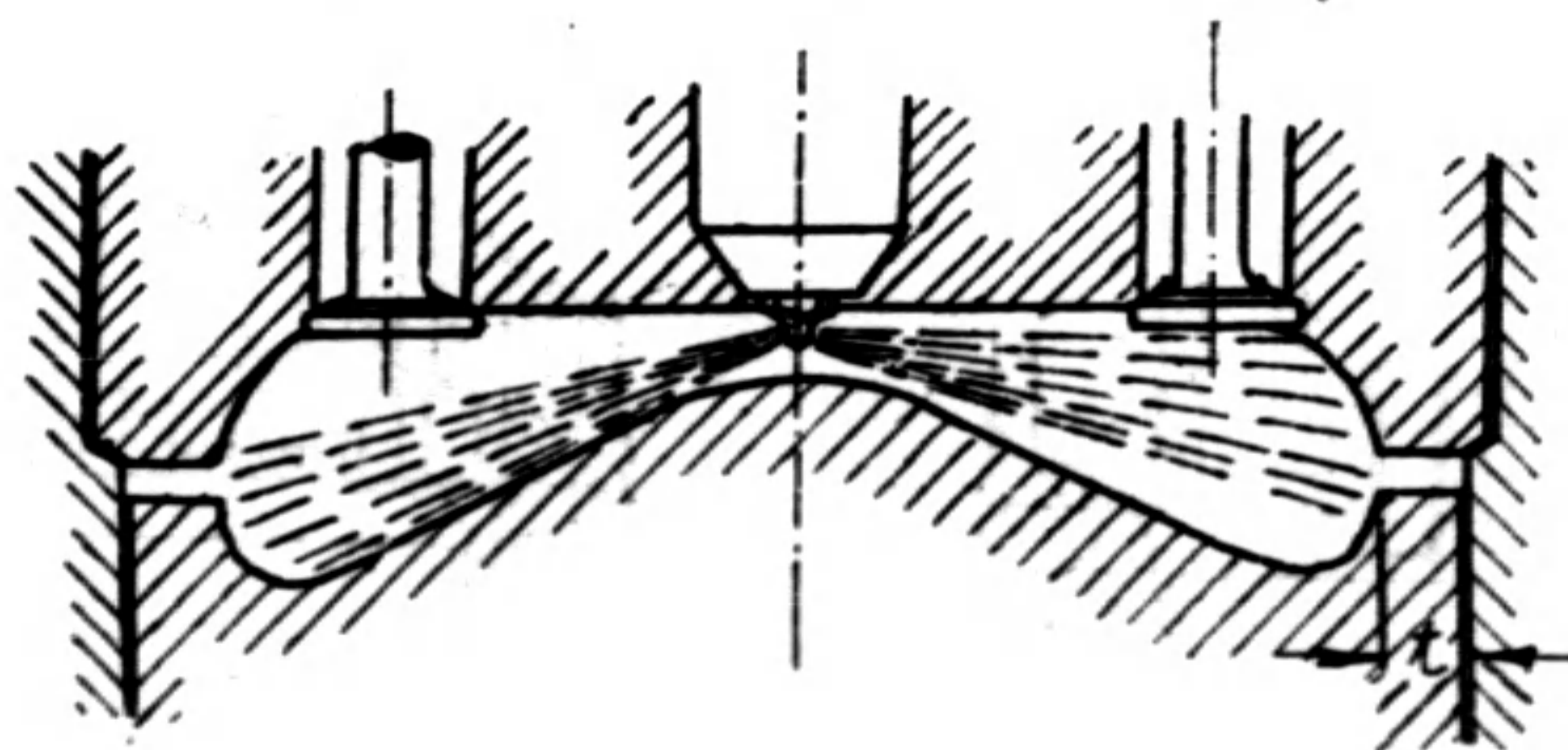
第八圖,乃 Price, Fulton 等牌提士機之燃燒室也。油頭係位于燃燒室之二側,而稍稍向下傾斜。故出入氣瓣仍可保持其垂直之位置,而活塞上面之形式,則可隨吾人之意旨而大致與油軌相契合。又就平面而言。油頭亦非正對,而係各偏于一邊。因之由兩端射出之柴油,並不互相抗觸。故不致發生局部過份飽和之現象,而因偶力作用之關係,反足以促進室內空氣之渦動。

第 八 圖

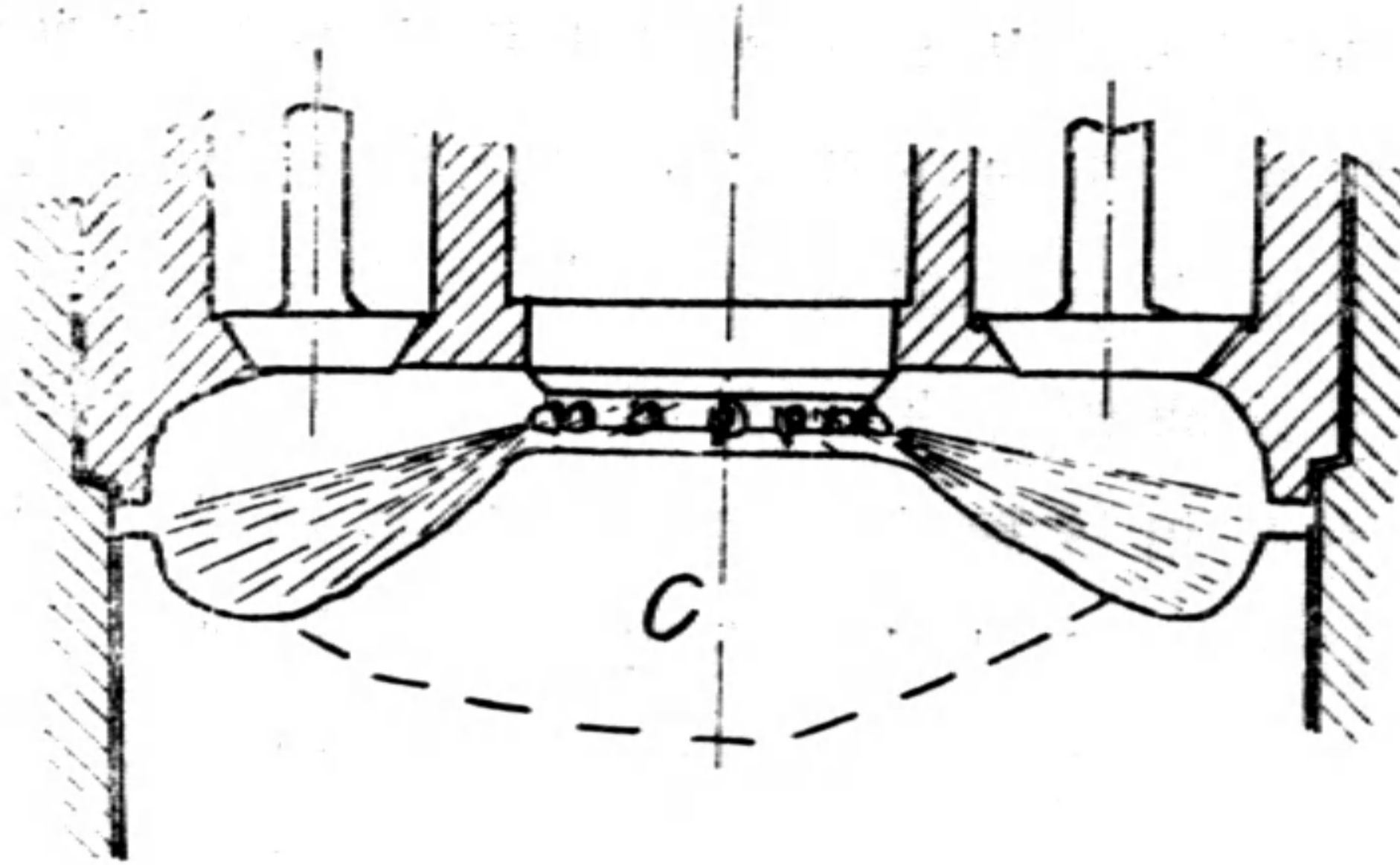


第九圖,乃 Hesselman 式提士機之燃燒室也。係成環形,中薄而外厚。故柴油自中心射出,適為室形所容。活塞之周圍,係高起作盂形。其厚度 t ,係可以任意改變,以遷就空氣之壓比及射油之穿透力。又此式若用于大馬力之引擎,則尤為合式,因汽缸雖大,而油頭亦可以加大如第十圖,而使柴油之射距,不致超過其最高之限度也,又或所用之柴油,係富于芬芳體,則缸內之溫度,必須提高,以圖增進着火之速度。故 Krupp 式活塞頂部 C ,係另行鑄就。如是則傳熱可以較緩,而汽缸內之溫度自增矣。

第 九 圖

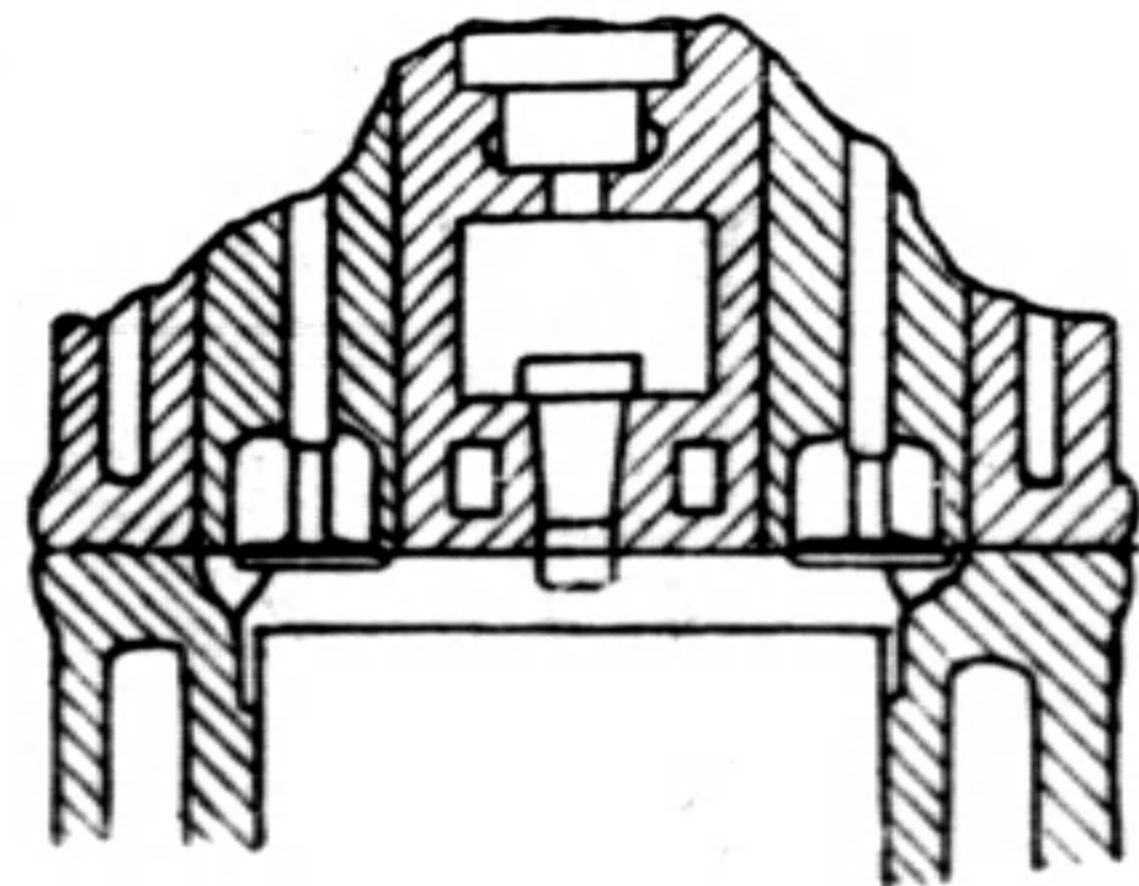
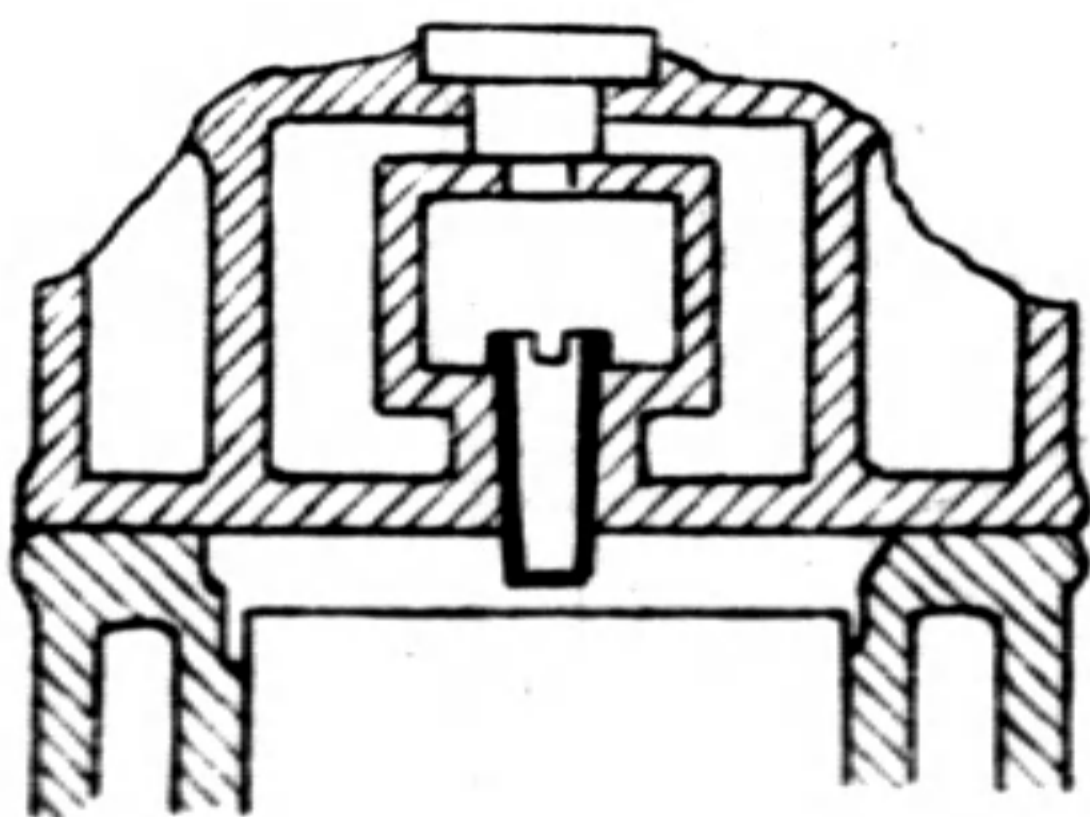


第 十 圖



(四) 前室提士機

按提士機分爲噴射與注射二種，已如以上所述矣。二種各具所長。但亦各有其短。于是乎前室提士機，遂應運而生焉。前室提士機之缸頭空隙，係用一鐵碗隔爲兩部。是謂之先頭燃燒室，「或簡稱爲前室」，如第十一圖甲，與主要燃燒室，「或簡稱爲燃燒室」如第十一圖乙。柴油係用油滂直接射入前室，故此點係與注射柴油機相似。但其壓力則僅有八十氣壓，只及普通提士機注射壓力之六分之一至二分之一耳。鐵碗之底部係鑽有小孔若干，以供溝通上下二室之用。一部份之柴油，在前室受熱，即作初步之燃燒，而使室內之壓力陡增。于是未燃之柴油，即被驅而緩緩噴入燃燒室。在等壓狀況之下，完成燃燒。故此點則又與噴射提士機相似。所不

第 十 圖
(甲) (乙)

同者，後者係用壓力空氣，而前者則用汽缸本身內之瓦斯耳。故前室提士機又可稱為瓦斯噴射提士機。

又按提士機之扼要點，係將着火準備時間縮短，亦已如前章所述矣。縮短之法有三：(1) 增加缸內空氣之壓比，(2) 使射入之油散之極細，(3) 增加着火過積溫度是也。今者前室提士機之射油壓力既低，則油點必粗，而前室內瓦斯之過積壓力，又小於噴射時，亦不能使油點變細。故欲縮短着火準備時間，則不得不以失之東隅者，收之桑榆，而將壓縮壓力增至三十五氣壓以上，（按注射柴油機所需要之壓縮壓力，僅在二十五與三十氣壓之間耳）。以圖撤低柴油之着火點，並利用鐵碗使缸內之空氣多一熱源，以圖增加柴油于着火時所需要之過積溫度。又將油頭與碗底間之距離加長，使油點多獲與熱空氣相接觸之機會。凡此種種，皆所以救濟油點過大之窮，而將着火準備時間縮短者也。雖尙未能完全達其目的，（目下之前室機所需要之着火準備時間，係仍在普通提士機所需要者之三倍左右。）但其壓縮壓力既高，而燃燒之狀況又為等壓，則亦可受提士機之名而無愧，且亦不致被擯于所謂半提士機之列矣。

至于前室提士機內之燃燒作用，多半在等壓狀況之下行之，亦自有其故。蓋前室與燒燃室間之交通，係全賴乎噴油之細孔，故在排氣與掃除之時，前室內之瓦斯，必絲毫不為所動。加以柴油開始燃燒後，又陸續產生廢氣，皆足使後至之柴油，不能迅速的覓得其所需要之酸素。因之燃燒遲鈍，而造成等壓之現象。迨夫柴油自碗孔噴出時，雖其溫度因在前室內受熱之故，而已達着火點。但油點係被瓦斯所包圍，亦難以在剎那間，完成其燃燒作用。故在燃燒室內，亦造成一等壓之現象。由是以觀，前室者，乃促進着火作用而緩和燃燒作用者也。

茲將前室之作用，再用方程式表示之如下：

令 G 為前室內所容之物質， T_A 為其絕對溫度，于是該物質在

等壓狀況之下,向燃燒室流出時,

$$\frac{dG}{G} + \frac{dT_A}{T_A} = 0$$

但

$$-\frac{dG}{G} = f_m \frac{U_m}{GV_m} dt$$

$$m = \sqrt{2g \frac{n}{n-1} (T_A - T_m)}$$

(f_m 爲碗孔之面積, U_m 爲流出碗孔時之速度, V_m 及 T_m 爲在該處時之比積與溫度。)

$$\text{于是 } \frac{f}{V} = \frac{12 \left(\frac{P_n}{P_m} \right)^{\frac{1}{n}} \left(\sqrt{\frac{T_2}{T_1}} - 1 \right)}{\alpha n_1}$$

(N 爲 R. P. M, α 爲噴油角度, T_1 與 T_2 乃前室內物質之起首溫度與終局溫度。)

故此方程式乃表示前室之容積,碗口之面積,迴轉數與噴射時間各項間之相互關係者也。故吾人可利用之以爲設計前室提士機時之一助。

(五) 熱球柴油機(半提士機)

按吾國因設備上及經濟上之關係,引擎製造廠,多以熱球柴油機爲其標準出品。蓋以其構造簡單,而使用較易故也。是以吾國之操機器業者,幾莫不熟悉是類之引擎。故熱球機在他國雖已無何討論之價值,本篇仍稍稍論及之,以助吾人之興味。

按熱球機與前室機,皆有一熱面。惟一則露于外面,而一則藏於室內。故熱球機又可稱爲外熱面機,前室機又可稱爲內熱面機。夫二機係同具一熱面,而一則式樣已經陳腐,一則方興未艾。此何故,乃不得不一探索之。蓋前室機之鐵碗,係具有小孔,其兩邊之壓力差與溫度差皆微。故雖用甚高之壓縮壓力,亦無危險。反之,熱球機之熱球,既係露于外面,則裏外之溫度差及壓力差皆鉅,缸內之壓縮壓力必不能提高。於是乎着火準備時間,遂不得不延長而致過久。換言之,即柴油必須提早射入是也。射油既過分提早,則着火

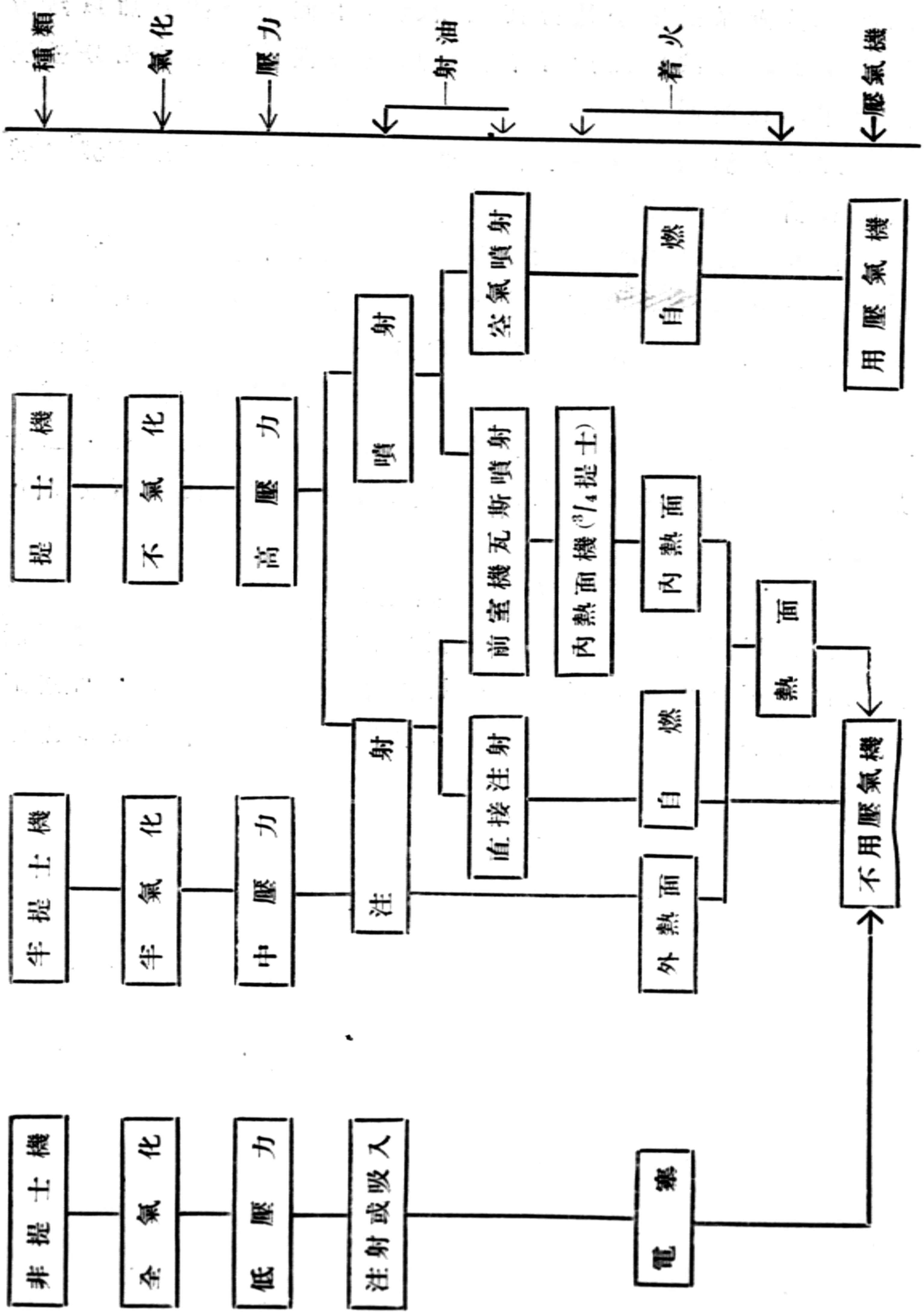
之遲早，必極難捉摸。于是行使之狀態必不能十分穩定。加以熱力效率，又因壓力減低之故，亦不甚佳。則熱球機所以不能充分發展之故，亦可以明瞭矣。

茲為整個的了解內燃機之燃燒問題計，請亦將熱球機之燃燒過程簡單說明之。

當粗大之油點，受低微之壓力，射入溫度不高之熱球時。其吸熱之速度必微。且球內滿貯廢氣，故亦無燃燒之可能。但因熱球本身之溫度甚高。一部份之油點與球面接觸時，即被蒸發或氣化。同時缸內之空氣，亦被壓而漸漸侵入球內。迨活塞已達死點時。球內一部份之油點已在長時間內，受到充分之熱量，而達其着火點。於是即行着火，而開始燃燒。因之球內之溫度陡增，足使其所含之瓦斯亦着火而爆發。

(六) 結論

由是以觀，若吾人欲使提士機之設計，趨于合理化，則必須廢去氣化之舊說。然後可以溝通一切內燃機之原理與學說也。茲請將各種內燃機列為一表，並載明其相互之關係如下，以為本篇作一結束。



堤工管理述要

李崇德

堆土爲堤，驟視之似極簡易；但工段往往綿長數十百里，工人動以千萬計，且係臨時集合而來，非素有組織訓練者可比；欲其工作得法，款不虛糜，端賴管理得宜。我國於築堤工程，向極重視，良以國內大小水道，多以土工爲堤防之具，人民生命財產，賴以保障。昔人憑經驗所得，於工作方法，分明步驟，足資遵循；惟如管理不周，則亦易於僨事。

管理之道，重在得人，尤須得法。工作既有一定步驟，管理者，即依其步驟，分別派人，務使事有專人。人有專責，無可推諉；加之主持者嚴密督促，則計日成功，可預卜也。

茲先將築堤工作步驟，分列如下：

第一期

- | | | |
|-----|----------|------------------------------------|
| 清 底 | 1. 去淤 | —— 堤基如係淤土，不足支持堤身重量，必須去淨；但此非常有之事。 |
| | 2. 除草及瓦礫 | —— 堤基所生之草或有瓦礫等物，均須除去。 |
| | 3. 勾坯 | —— 如係幫寬舊堤，應先將舊堤坦坡做成梯形，高約六寸，寬約一尺五寸。 |
| | 4. 倒毛 | —— 將土面挖毛。 |
| | 5. 上水 | —— 上水將土窖濕，俾新舊土易於粘台。 |

第二期

上 土

- 1. 安方 —— 指定取土地點,規定方塘大小,以便工人開掘。
- 2. 挑土 —— 按照次序,挑土上工,切忌拋撒。(第一圖)
- 3. 上坯 —— 所挑之土,按一定層次傾倒,每層約厚一尺二寸,名爲一坯。
破塊 —— 挑出之土,多係成塊,須雇夫立於坯頭用鏟破碎。(第二圖)
- 4. 挖水碗 —— 土坯上足,如土質乾燥,須挖成水碗,以便灌水窖濕。(第三圖)
- 5. 上水 —— 上水多寡,依土質而變,務須適量。
- 6. 打礮 —— 土已窖透,至半乾時打礮。礮以石爲之,圓徑爲一尺二寸,重八九十斤,十人共打一架。(第四圖)
- 7. 驗釘 —— 驗土已否堅實粘合,用釘試之;釘以鐵爲之,方形,長三尺至九尺,驗釘時,將釘打入礮土中,穩直不可轉動,釘抽出,在釘眼灌水,以水滿不漏者爲有釘;若滿而復虛爲無釘,則須翻土重礮,必至有釘而後已。(第五圖)
- 8. 剷坡 —— 土坯礮實後,兩邊形式不整,須雇夫剷齊,使合於規定之坡度。(第六圖)
- 9. 批鱗澆水 —— 每坯土於釘驗之後,在土面批鱗澆水,鱗距約五寸,批滿再上第二層土,使鱗面與新土易於接合。
- 10 收方 —— 丈量土塘大小,以憑發給土方工資。(第七圖)

第三期

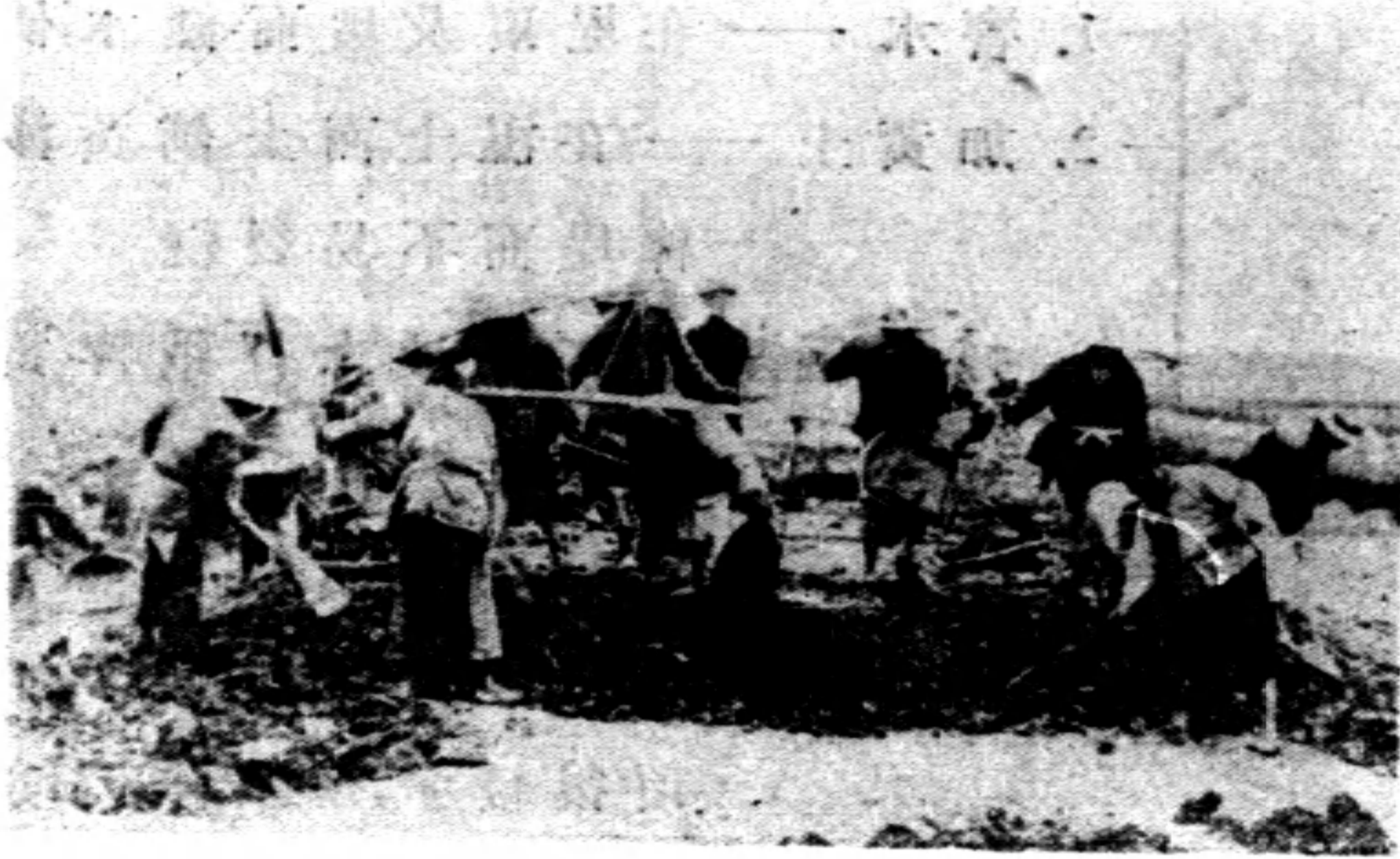
整理堤頂及坡面

- 1. 窖水 —— 在堤頂及坡面灑水,使土窖濕。
- 2. 加黃土 —— 在濕土面上舖黃沙土一二寸,俾堤面不易裂縫。
- 3. 打邊礮 —— 在堤坡上打礮,俾黃土不致散脫。(第八圖)
- 4. 較高 —— 用旱平較量堤身高度(第九圖)
- 5. 較坡 —— 較量堤身坡度,此步不僅堆土到頂後較量,在工作時亦須較量。(第十圖)

第一圖 挑土工人排列進行



第二圖 上坯及破塊



第三圖 挖水碗及灌水



第四圖 打破



第五圖 驗針



第六圖 剷坡



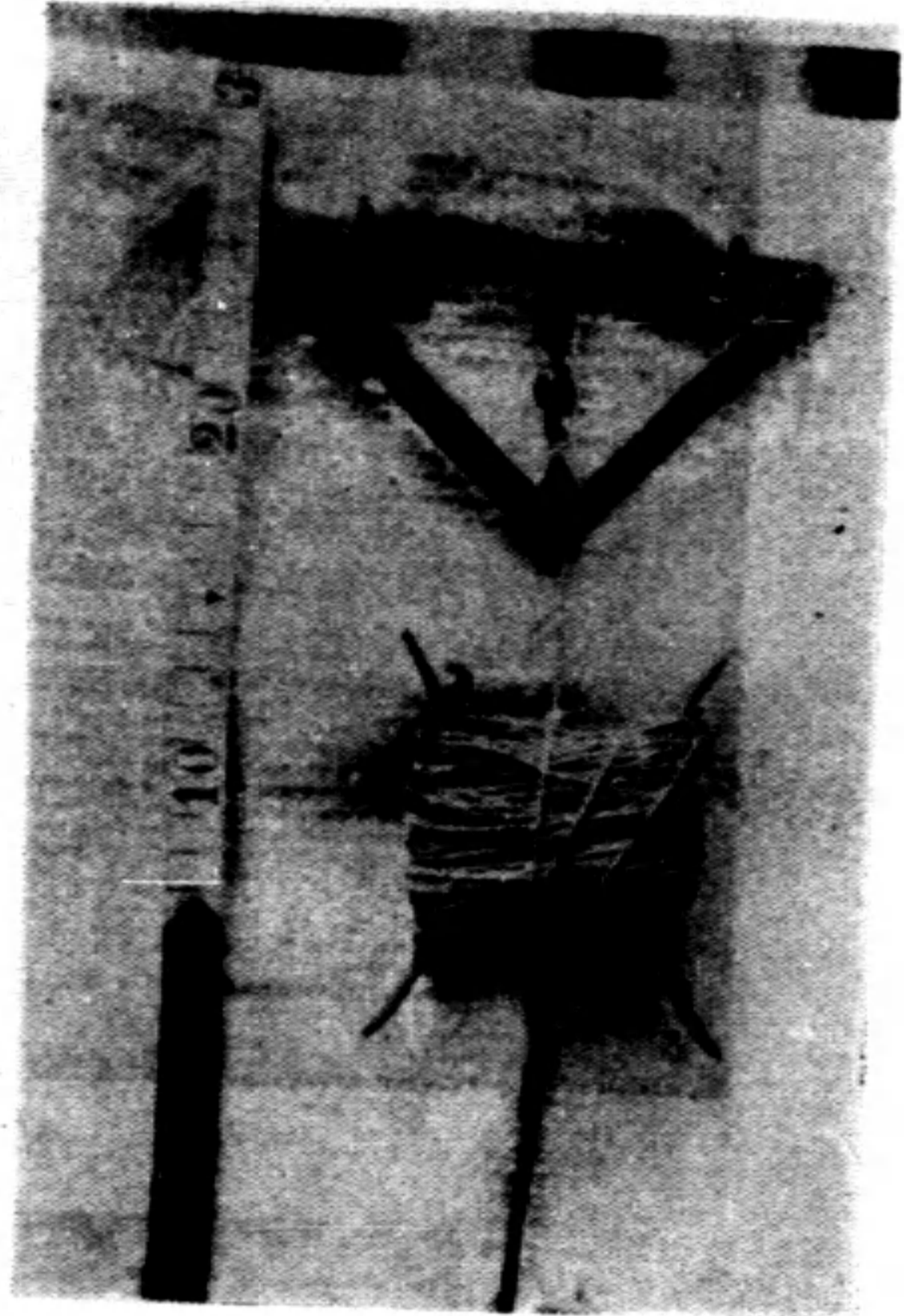
第七圖 收方



第八圖 打邊砵

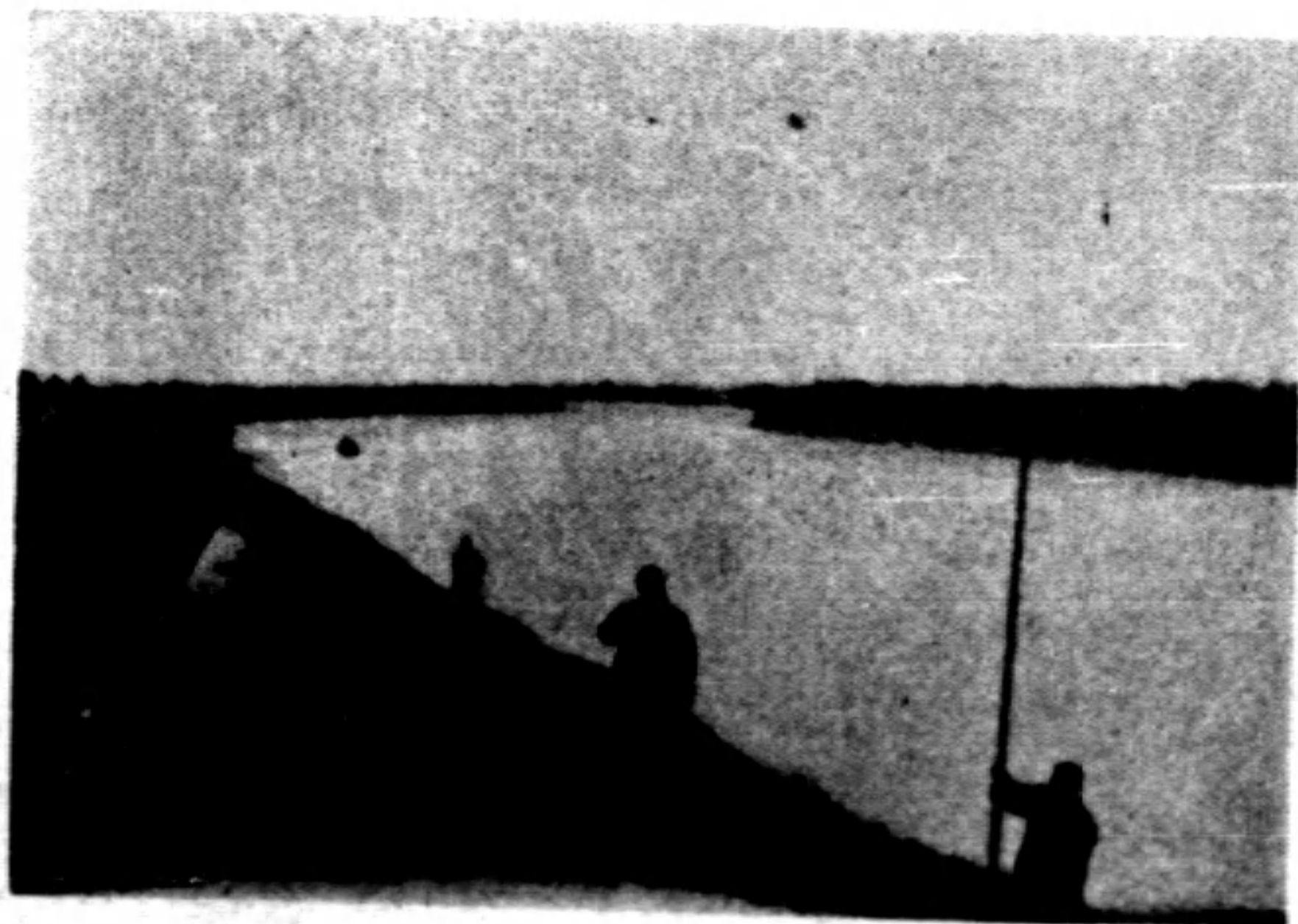


第九圖 旱平



古法較量地之高下，多用旱平，雖不如儀器準確，以之較量坡度，亦已足用，且手續簡易。旱平以銅片爲之，中懸銅球，可以搖動，用時懸於繩上，以球下尖頂與三角架上尖頂垂直時爲平。

第十圖 較坡

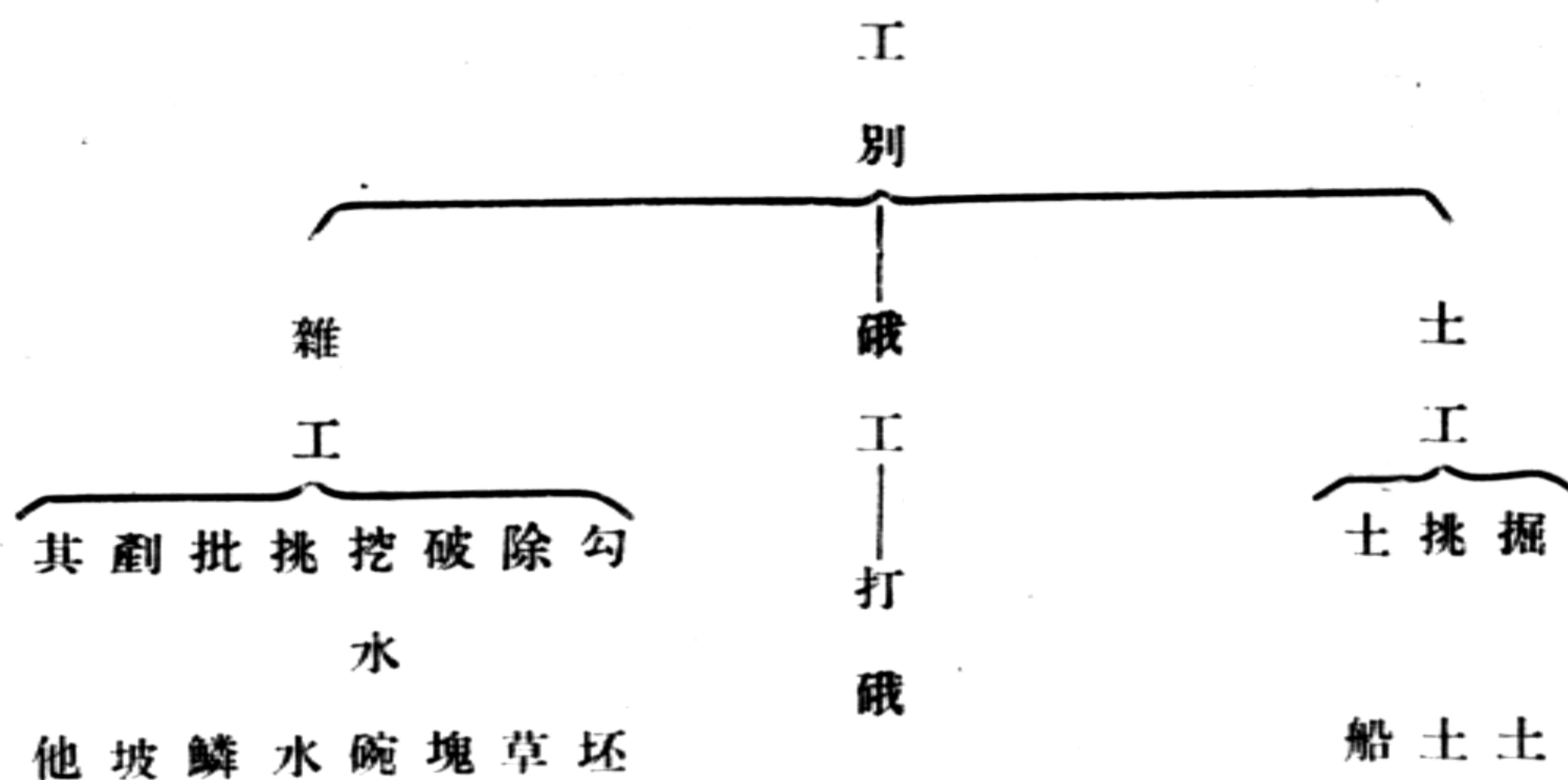


工作種類,已如上述,至於工人類別,統分三種:曰土工,曰礮工,曰雜工。1.土工以所掘土方計值,視距離遠近而定;在特殊情形之下,土工亦有以日計或以担計者。

2.礮工以所礮方面計值,以保針為準;

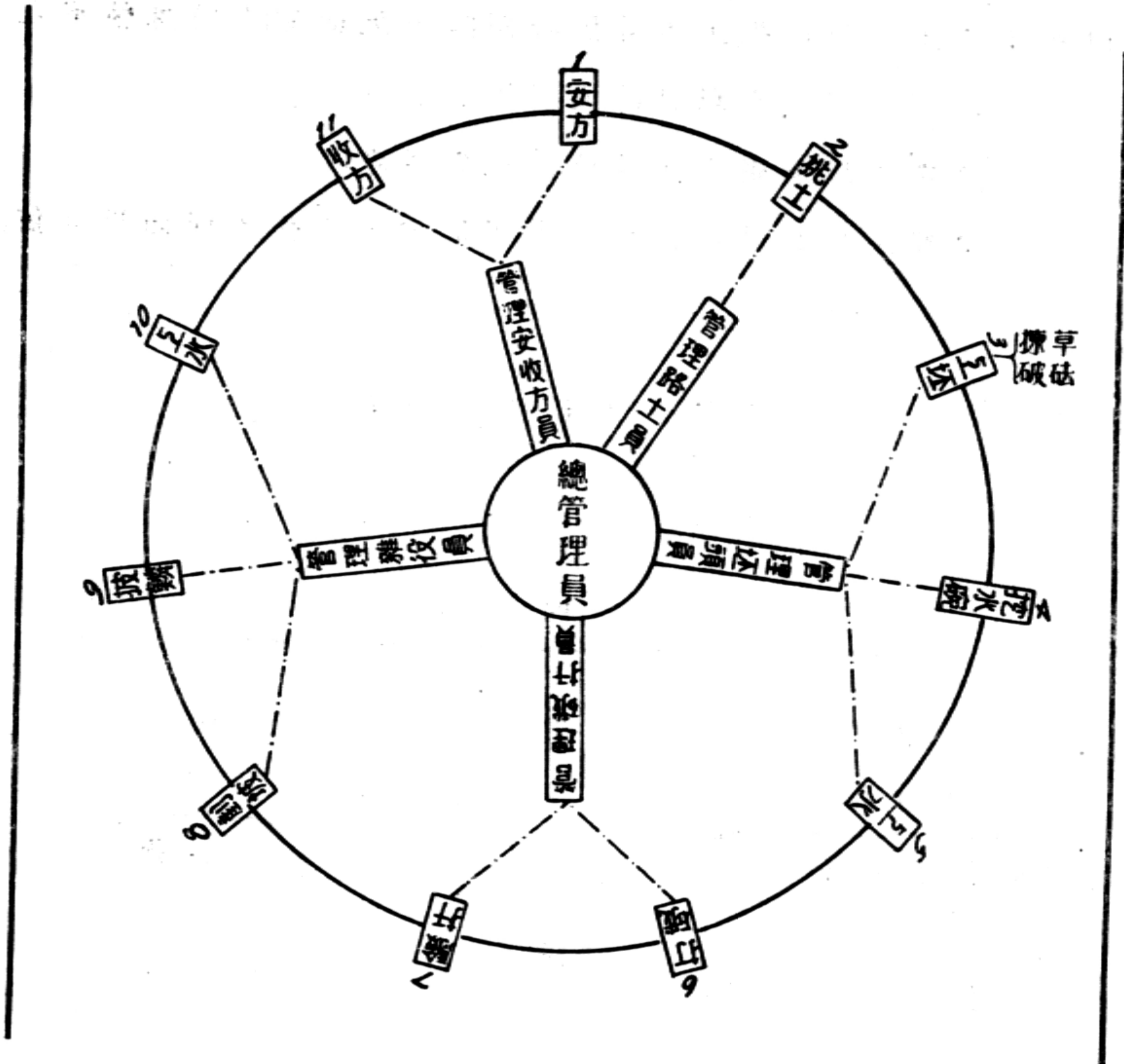
3.雜工以日計,亦稱日計夫,視能力及工作不同,而異其值。

各種工人任務如下表



管理方法,應按照工作步驟,分配管理人員;第一期清底工作,重在去淤,但非常有之事;第三期整理工作;通常多用日計夫辦理。第二期堆土工作,用人最多,時間最長,管理亦最繁,茲將第二期工程管理方法,伸述如次;其第一第三兩期工程管理法,因較簡單,且多重複,故不贅述。(第十一圖)

第十一圖 堆土程序及管理系统圖



茲將各管理人員應行注意事項,條列如下:

I. 管理安收方員

1. 管理員應按時到工安方,不可過遲,以免耗費多數工人時間。
2. 每一土塘,應令工人自推或選派工頭一人,以便指使。
3. 每一土塘大小,以三丈至五丈見方為率,不可過大,大則丈量難於準確,易致爭執。
4. 土塘與土塘中間,應留土格,寬約一丈,以免挖成順堤河,並

便夫工往來。

5. 開掘土塘,應從遠處先掘,逐漸退後,挑土較便。
6. 不良土質,不准挑用,如土內夾有草根,瓦礫,須揀淨方准挑出。
7. 所安土塘地位,至少須離堤根二十丈,用固堤基。
8. 土塘距工遠近,為發給方價之標準,務須丈量或步過,以免爭執。
9. 所掘土塘,最好按日收量,發給領款憑證,可免弊竇,且易稽核。
10. 每一管理員所管土塘,不可過多,多則照顧難周,即易發生弊端,工費開支,大部用於挑土,不可不慎也。

II. 管理路土員

1. 挑土最忌拋撒,照顧稍疎,工人往往故意將土倒於路旁,藉圖省力,不可不嚴行查察。
2. 工人衆多,來往路綫,必令分開,前後次序,亦應分明,以免擁擠爭吵。
3. 每人管理路綫,不可過長,如過長必須分段派人,方能周到。

III. 管理坯頭員

1. 挑土上工,必須按照一定層次,一定地位傾倒,否則即須翻動,廢工廢時,殊不經濟,管理者應善為指使之。
2. 坯頭愈薄愈好,以其易於碾打堅實,以虛土一尺二三寸為式,可多立木椿為標準。
3. 挑出之土,往往成塊,須雇夫立於坯頭,隨時破開,使之散碎,名為破塊。
4. 土上坯後,應使水窖之,方行可碾;如土性乾燥,則督飭日記夫挖成水碗,挑水灌注,使水窖透,隔日打碾。如土性不甚乾燥,則於上坯時,在坯頭澆水。

用水多少,隨土質而定,不可過多,多則不碾亦能包釘,亦不

可過乾,乾則雖礮亦無釘,故管理者務須留心考察。

IV. 管理礮釘員

1. 礮之大小輕重,應合法度。
2. 土窖水後,須俟半乾,方可行礮。礮夫往往利於多水時打礮,易於包釘,但影響堤身甚大,不可不注意及此。
3. 每礮一架,共用十人,應令推出或派定礮頭一名,以便指揮。
4. 打礮以起得高落得平為好,每礮十人,如全係熟練者,自可辦到,否則應注意訓練。
5. 每坯土至少須打三四遍,先南北一單遍,再東西一單遍,然後再行連環套打,以包釘為止。
6. 堤之兩坡最關重要,打礮驗釘均須周到。
7. 堤之堅實與否,全恃礮工得宜,礮工以驗釘為憑,礮土至此伏彼起如波浪式,或似立於棉被或一大塊橡皮上者為好,此為全部粘台之證,經風吹過三四日,即變堅硬。通常每架礮工,每日可打十二平方丈。

V. 管理雜役員

1. 雜工所包括者甚多,以其工作不同,而名稱亦異;例如 1, 掀手司勾坯剷坡等工作; 2, 水夫司挑水, 屙水等工作, 3, 除草工……等各種工人, 如雇用人數多時, 應令每十人或二十人推一工頭以便傳達命令, 如人數不多, 即由管理員自行管理。
2. 雜工多以日計, 故須隨時督促, 否則未有不偷懶者。
3. 堤之兩坡, 須常較量, 以免錯誤, 俾工作得有準繩。

VI. 總管理員

總管理員, 為上述各員之領袖, 關係工程成敗甚大, 必得精明篤實而有相當經驗者任之; 該員應行注意事項如下:

1. 審視堤基

堤基有無淤土, 應先檢查, 如有之, 應察看深度若干, 範圍若

何,可否讓避,如不能讓避,必須挑挖,或用其他方法以固堤基,務須審慎於先,免致坍卸於後。

2. 審度工情

如 a. 工長若干, b. 取土地點何在, c. 土質如何, d. 可以容納工人若干, e. 規定工作日期若干……

3. 計算應用工人

依實地情形及限定工作日期計算應需 a. 土工若干 b. 礮工若干, c. 雜工若干;但開工後,視工作情形每日均有增減,必須支配得宜,總求人各有工可做,免致穢閑地閑,此層關係工程經濟極大,亦即總管理員日常最要任務。

4. 物色管理人員

管理人員需要若干,人數須確定,不可過少,少則照顧難周,勞而無功,不可過多,多則互相推諉。

用人以篤實爲主,機警次之。

除上述各在工人員外,內部管賬及管材料者,亦須分別派人。

5. 督促工作

管理員派定,工人招足,工作開始,即應嚴加督促,如稍因循,則法制漸弛,終將有法等於無法,必致債事,尤宜慎之於始。

6. 核計賬目

每日到工人若干,出土若干,用款若干,必須結算;否則積累日久,即有舛誤,猶屬茫然,及至發覺,追悔莫及矣。

以上所述,可謂一單位工團之管理法;如工程浩大,則合若干團爲一組,合若干組爲一段,合若干段爲一區,合若干區爲一處,依此類推,均無不可。

欲管理手續簡易,有用包工制者,但其弊端甚多,例如 1. 偷改誌椿, 2. 偷挖堤根, 3. 底坯高厚,夯礮不實等等;亦有祇包土方,公家僱夫打礮者,其弊有六: 1. 不選土質 2. 不依指定地點取土, 3. 假做

土塘 4. 恃衆要挾, 加價罷工 5. 與監工人員, 彼此不能相容, 6. 如中途取銷, 則於續招工人時又百端阻撓。凡事有利必有弊, 不可不慎之於始也。且工程之道, 在於工作得法, 以求堅實, 管理得法, 以求經濟; 一切應以科學爲根據, 此非可語於一般之包工也。

雖然堤工之可恃, 不僅在建築得法, 尤重修守不懈, 方克有濟。因堤工平時自不免爲 1. 水流冲刷, 2. 風雨剝蝕, 3. 人畜踐踏 4. 鼠獾穿窬等損壞; 若不善爲修守, 不數年即變爲單薄卑矮, 大水一至, 又衝決矣。古人云「河務工程, 宜未雨而綢繆, 勿臨渴而掘井,」實屬名言。去歲我國江淮大水, 冲毀隄圩至四千五百餘公里, 私人財產損失, 達二十萬萬元, 爲中外歷史所無; 此則近數十年來, 內爭不息, 堤防失修, 有以致之也。今者政府, 人民, 努力復堤, 約費三四千萬元, 於建築及管理, 固須得法, 以達堅實與經濟之目的, 尤望防守有恆, 方免覆轍之再蹈, 願當世君子, 三致意焉。(二十一年八月)

國道工程標準

路幅寬度：30公尺。

鋪砌面寬度：直綫處 不得小於6公尺。

曲綫處半徑 <100 公尺者， 加寬2公尺。

曲綫處半徑 $>100, <150$ 公尺者，加寬1.5公尺。

曲綫處半徑 $>150, <250$ 公尺者， 加寬1公尺。

曲綫處半徑 $>250, <300$ 公尺者， 加寬0.5公尺。

曲綫處半徑 >300 公尺者， 加寬0公尺。

路肩(鋪砌面之兩邊)：

堤上	各寬	3	公尺
坎內	各寬	1.5	公尺
山旁坎邊		1.5	公尺
堤邊		3	公尺
隧道內	各寬	1	公尺
橋面(人行道)	各寬	1	公尺

路面高度：超過通常水面0.5公尺以上

路坎兩旁斜坡：1.5 : 1

(特性黃土及硬石路坎兩旁垂直)。路堤兩旁斜坡：土質，最小 1.5:1
硬石，最小 1:1

附 錄

二十年度長江水災之善後

(摘錄國民政府救濟水災委員會救災工作概要)

水災成因。民國二十年夏霖雨連綿，江淮運漢諸流域雨量激增，山洪陡下，傾江倒海，勢不能容，各處圩堤，相繼潰決。漢口長江平時排水量一秒鐘二百萬立方呎，迭經暴雨後，上流與內地激流，奔注江身，其速度在

八月十九日，一秒鐘為二百八十萬立方呎。江潮遂漲至五十三呎半，高出平地六七呎。較一八七〇年之洪水，亦漲高三呎有奇。據勘測結果，江淮運各區被災最重區域面積，計二十萬五千平方里(三萬四千平方英里)；災輕區域面積亦不下六萬平方里(八千平方英里)；原有河流湖泊，一併計入。



被水情形

損失估計 直接被災人口,約五千萬人。衣食不備,無家可歸者,數百萬。溺斃與死於疫者,無數。殷繁之農區與市鎮,盡成澤國。悽慘情形,遠非意想可及。此次災侵,國內重鎮如武漢南京等處,財產上損失,已屬不貲,然創痛最深者,則為二千餘萬之農民,本會為明瞭各區災農狀況起見,特委託南京金陵大學農科,作一精確之調查。結果調查之一百三十一縣,各項損失如被淹之作物,房屋,役畜,農具,穀類,衣被,燃料,家具,生畜,飼料

等之總值,約二十萬萬元。此外圩堤與道路之損毀,與秋冬兩季作物因積水無法播種之損失,猶未詳計也。至於每家之損失,平均估計為四百五十七元。物質上之損失如斯,已足為我民族致命之巨創。至於劫後子遺,流離無告,滿目瘡痍,情至悲慘,其精神上之虧損,又非勘查可得而估測者也!

救濟水災委員會之設立 國民政府軫念賑務之綦重,於二十年八月二十二日核准國府救濟水災委員會條例,成立委



民舍被水淹沒日期平均為五十一日

員會，辦理救濟災民及災區善後事宜，以宋子文氏為委員長。復以賑務紛繁，非調度歸一，未易奏效，乃電商國際聯盟秘書處，聘請辛普生爵士來華主持，並委為副委員長兼總辦事處處長，綜理一切賑濟工作。辛氏曾在印度及希臘等處辦賑，經驗極豐。會中設調查，財務，會計稽核，衛生防疫，運輸聯絡，災區工作七組。災區工作組之下，復設急賑，工賑，農賑，儲運，視察等處。急賑處辦理放賑，收容救護災黎，及舉辦小工賑事宜。工賑處掌理災區中排除積水，修復隄防，疏通水道，及其他地方善後建設工程，實施以工代賑計劃。農賑處掌理災區中恢復農事之設計及實施事宜。儲運處專司賑麥之發放與存儲事宜。視察處專掌調查災區賑務之設施，賑品賑款之動用事宜。綜上以觀災區工作組幾執行賑務之全部，其所負之責任，至為綦重也。

救災經費 賑務之實施，端賴財力。國府救濟水災委員會財務組為募集賑款，特設財務委

員會，廣為勸募。計截至二十一年六月底止，該組經收捐款共合國幣 \$7,398,527.46。由國人捐助者，在六百萬元以上。外國人士與團體捐助者，一百二十餘萬元。此次水災發生，適值國內工商凋萎，日寇入犯之時，而國人捐輸，仍極熱烈，仁風至堪欽佩。惟災區遼廣，賑務綦繁，私人與團體捐款來源有限，國府為完成各項賑務計劃，議決發行賑災公債三千萬元。惟時值日軍攫佔東省，舉國騷然，內國債券市面，萎靡不振，新債無從銷出。前向美貸購之賑麥，一時雖無須付款，惟舉辦各項善後建設工程，與美麥運輸費用，為數浩鉅，政府乃決另徵海關進口附加稅，及鐵路客票附加稅以資應付。關稅附加自二十年十二月一日起至二十一年八月一日止，徵收百分之十，以維持賑務經費。八月一日後減徵百分之五，以備償還美麥價款。所有收支情形，截至二十一年六月二十日止，列表如下：

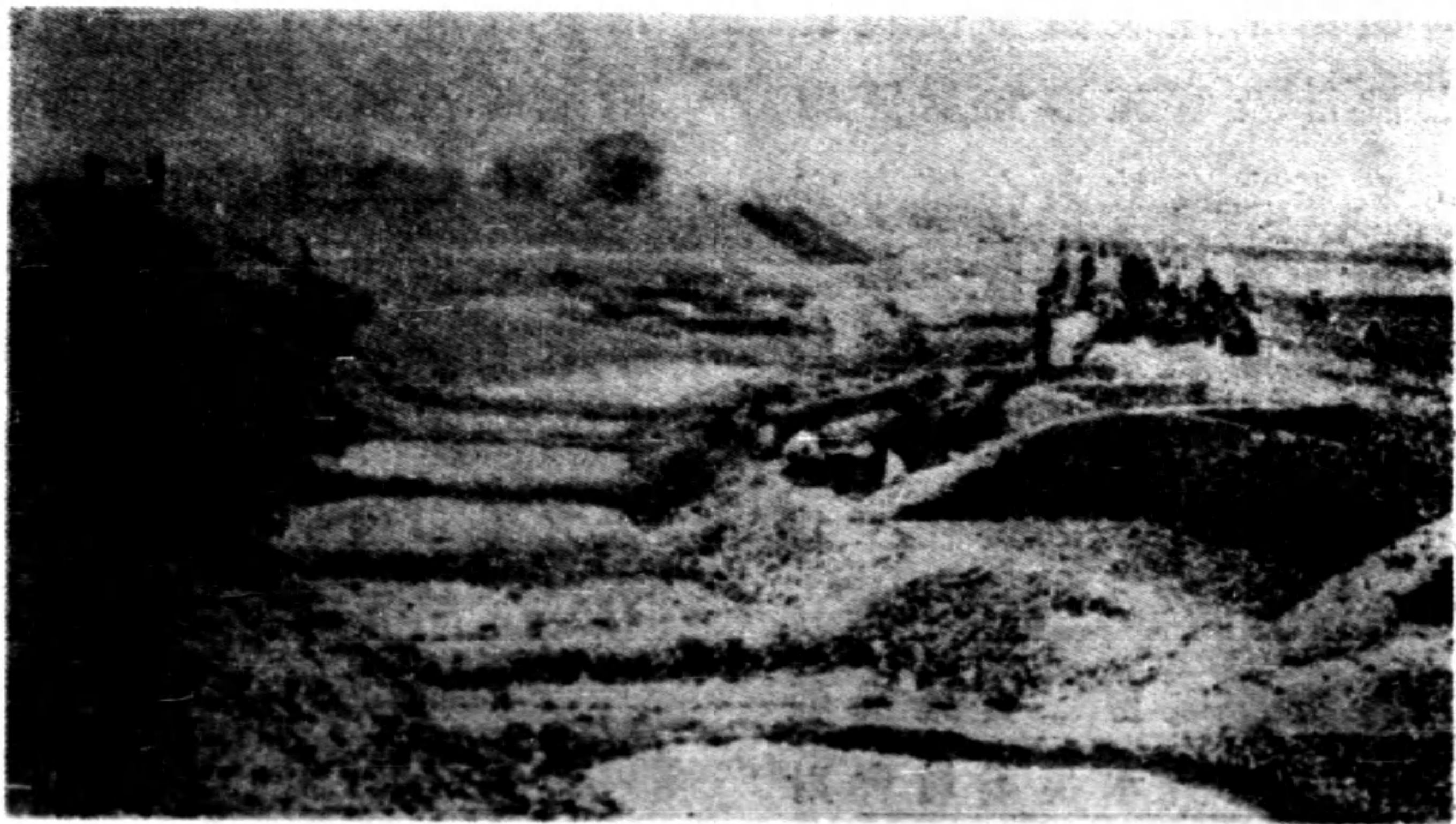
收入項下

捐款	7,387,400元
----	------------

海關賑災附加稅	12,131,555元
雜項收入	610,997元
意庚款協款	900,000元
內債基金保管委 員會墊款	1,500,000元
共計	22,529,952元
付 出 項 下	
急賑	5,970,000元
購置冬衣等項	1,642,370元
工賑(意庚款協款 在內)	2,362,000元
衛生防疫	610,000元
運輸	8,034,100元
運儲視察等處經費	1,900,000元
結存	2,011,482元
共計	22,529,952元

工賑 二十年九月初,災區工作組設立工賑處,委席德炯為處長,專掌籌劃與實施修復江

淮運漢幹堤,及江北區導河入海各項工程。協修民堤事宜,則劃交急賑處辦理。工賑處分工賑為十八區,計長江七區,淮河三區,漢水二區,運河洞庭湖及河南各一區,江北運河東三區,該十八區中第十五區(在運河東)因計劃變更,迄未興辦。洞庭湖一區,則委託湖南水災善後委員會代為辦理,惟工程視察及用款稽核,仍歸本會主持。各區工程,俱於二十年十二月至二十一年一二月間賑麥運到後,分別組織完竣,積極進行。全部修堤工程,至為浩大,約須土方一萬萬五千餘萬立方公尺,災工一百餘萬人。國府救濟水



實施工賑 修繕堤防(一)

災會分配美麥三十萬噸，作完成此項工程之用。工賑機關之組織系統，至為縝密。各設工賑局，局下分段，每段分工團，工排。區段各有正副工程師負責管理。本會為討論及審定一切技術上之設計及實施事宜，特設技術委員會，直隸於工賑處，聘請國內建設及水利機關專門人員為委員。關於災區中各省舉辦修繕堤防改良河道等事，悉先由該會審核。十七工賑區中，共分為一百二十一段，其歸本會直接管轄之十六區，計用工人七十七萬五千餘人，湖南一區計用六十八萬人，共計一百四十餘萬人。此外尚有修繕民堤之災工，由本會急賑處撥

給賑糧者，亦不下數十萬人。工賑處共用工程師四十四人，副工程師及段長一百二十五人，監工員二千二百八十一人，截至本年六月十日，十七區共修成堤防長逾三千公里。築成土方一萬萬三千萬立方公尺。工賑處復以去年幹堤潰決，雖咎於霖雨所致，而堤身殘缺不全，實居多數，特規定修復高度，均應超過去年最高水標一公尺。全部工程均於二十一年六月底完成。災工工資，均以美麥或麵粉代發。惟漢水一區，因運輸不便，改用現金。工資概按市方給價，劃一標準，然各處情形懸殊，得由區工程師酌量損益



實施工賑 修繕堤防(二)

之。每星期發工資一次，由分段監工員，按照工作報告表，填報工作人數，工作日數，及修成土方數目，向段工程師領取。計截至二十一年六月十日止，十六區共用賑麥二十萬噸。此外湖南用去賑麥一萬五千噸，山東運河工程五千噸。分配工賑美麥原額所餘十一萬噸內，十萬噸業經分配各區，尚留一萬噸，以備補充不足之需。淮河流域除堤工外，尚須修理水閘；此項工程，約需賑糧一萬噸。又蘇省東北裏下河入海之處，添築閘門四道；該項工程所需款項，亦經籌備。工賑處經費截至二十一年六月二十日止，共支一百四十六萬元，約等於賑麥價值百分之六·四。工賑區域遼廣，實施各項工程，多感棘手。有數區匪禍至烈，工程人員被匪擄去凡十七人，尚有未慶生還者，而工程之進行，絕未稍懈。多數災工，頗明工賑意義，以工易賑，尚少怠忽之弊。地方當局，對於中央實施工賑之需要，亦能與以相當協助。各區工賑人員，任勞任怨，履危不餒，其戮力從公

之精神，尤堪傾佩，工賑之完成，實深賴之也！

結論 本會成立之初，揆審災情之慘重，與夫官義賑款之有限，決議寧擇辦主要工作，期收最大之效果，不跨高鶩遠，致事倍而功半。當核定第一步工作為救護災民，給以衣食住及衛生上之需要。第二步工作為俟水勢退後，儘財力所及，修復潰堤毀壩，增其高度，以防水患之重現。最後工作為辦理農賑，救濟農村經濟。以上工作，最要之關鍵為堤工。堤工成，則急賑不致虛擲，農村之善後，亦較易舉也。今各項主要工作，皆已照預定計劃十九歲事。未竣之工程，已定有計劃，備有的款，不難循序進行，以底於成。故本會常務委員會於六月十八日決議，自二十一年七月一日起，將各部分機關，開始結束。其未完工作，仍繼續進行。經提出全體委員會通過，並組織一結束委員會，處理一切事宜，以期早將工作過去情形，及賑款賬目，彙報政府，至將來堤工之永久維持，亦當擬具方案，建議政府，以供採

擇而完任務也。(二十一年七月)

祝中國工程師學會年會

(錄廿一年八月廿二日
天津大公報)

擁有二千餘會員之中國工程師學會，今開其第二屆年會於天津。際茲熱邊告警，國難緊張，此代表全國工程技術家之最大團體，在津開會，不獨為津市之盛舉，且對於國家前途，為一種光明之暗示。謹述數言，以祝該會，兼致其勗勉之意焉。

自「九一八」之變，全國社會，精神上受非常之痛擊，莫不懷危亡之禍，抱雪恥之心。而去冬以來，外患憑陵，日益擴大，竟至三省淪陷，淞滬被兵。同胞軍民殉國受害者，已以數十萬計，財產犧牲，以數十萬萬計。然禍且未已，此日此時，熱河邊界即在砲火中。方去秋國難之初起也，凡血氣之倫，莫不立志禦侮救國，學校青年，至罷課入京，請願宣戰，萬千學子，願從軍效死。苟有人心者，觀一般青年之血淚激昂，孰不感動？神州民氣之熱烈真摯，固近代所未有也！然日

月忽忽，藩變將屆週歲，淞滬之役，亦且半年。然而中國民族，今尚不能達其禦侮救國之目的者，至有其最大之理由。此無他，國家無自衛之備故也。中國自甲午以後，即無國防，徒賴列強之均勢，為灰色之苟安。國民習焉不察，遂以為均勢可恃，和平可保，享樂偷懶之生涯中，便可生成自由平等之中國。一旦遼東告警，紙虎戳穿，始皇皇然呼籲國聯，乞靈公約。及知其寡效，決求諸在已也，而四顧蒼茫，始切感國防之無備。此一年來中國民族酸鹹苦辣之經驗，亦可謂天佑愔民，使之得最後懺悔發憤之教訓者也。夫時至今日，一切業已大明。第一急需，為建成廉潔有能之鞏固政府；以此政府，與全國專家，決定中國整個的經濟計畫國防計畫，而儘速實現之。此為中國民族光榮的生存惟一之路，否則必亡國。且不但外患之可危，即此澈底困窮，亦將自趨衰滅。夫政治問題之解決，全國各界公共之責任；而經濟與國防計畫之決定與實施，則有待於工程技術家

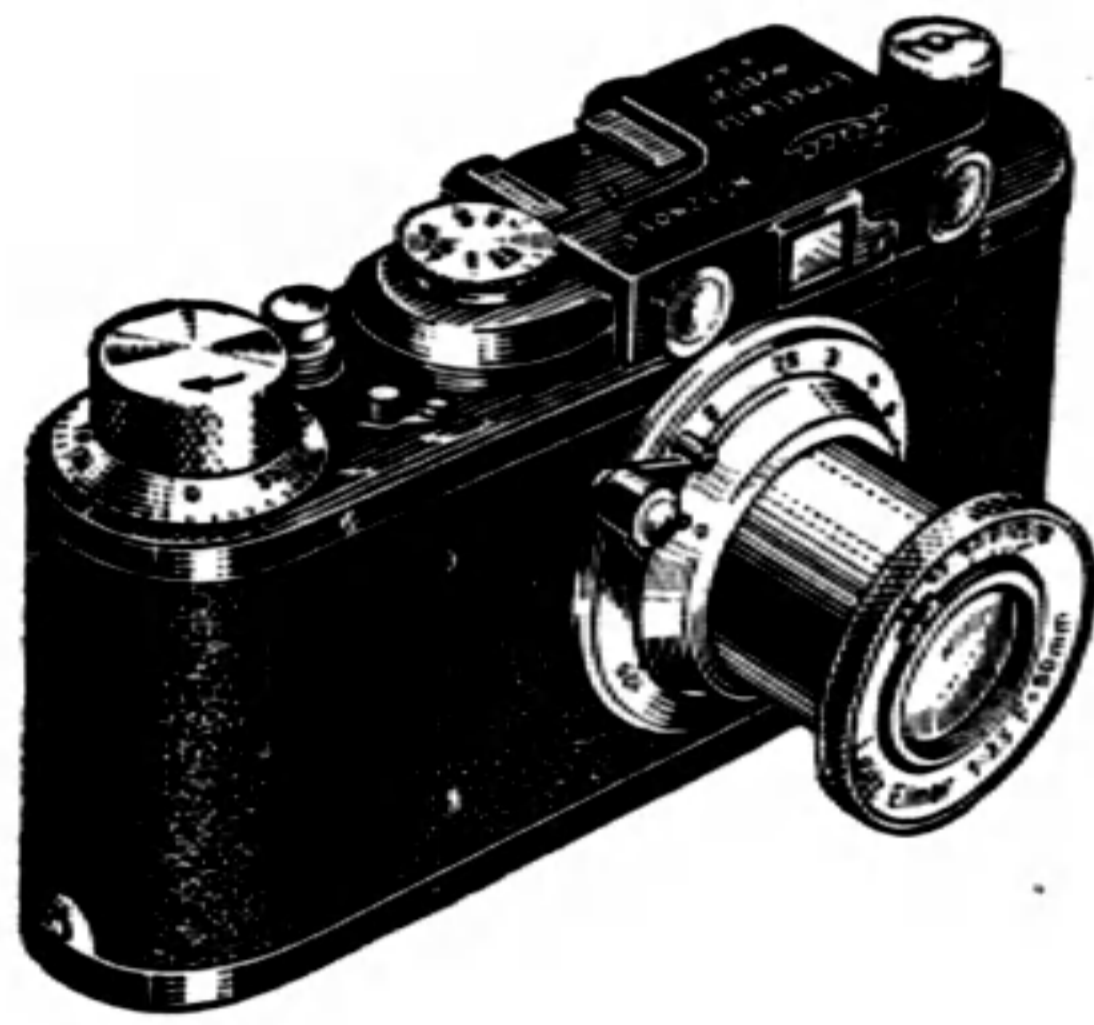
者最多。易言之，今日開會之工程師學會，即應負，且能負重大部分之責任。吾人所最表示歡迎與期待者在此。夫中國過去缺技術人才，今則不缺。即以工程師學會論，其收納會員，限制甚嚴；非有工程經驗若干年，不得為會員。故不獨有技術智識，且皆為實際會負或現負工程責任之人；而現有會員，已逾二千。中國雖大，兩千有經驗之工程家，亦儘可負一代之責任矣！况新材輩出，年年增加乎？惟工程界過去風氣，有一點應改革。即工程界人，每以為職在技術，不應出位而談國事。此在承平之國，或為良好風氣，在中國則不然。今國家整個的環境，太危太急，零碎散漫之私人企業，不獨不能救國，且不能自保。閩北吳淞間辛苦經營之工廠，一夜而成灰燼矣！或者又以為政治未解決，工程界人縱有計畫，亦無法推行，此亦不然。工程界誠能與經濟學界及軍事科學家，自行合作，產出整個的偉大計畫，並擬定其實施步驟，則此一有權威之計畫，便將成為政治

上最高之綱領。微論現政府絕不至漠視，假若此政府不負責，國民當然建一能行此計畫之政府。何也？救國目標，人早共見，而具體計畫，則必須智識。將來智識之最高權威，定即成為政治之最高權力。現在人心奮發，所短者仍在智識，所以一般愛國之人，動輒呼號中國無出路；而因無一致公認之整個計畫，所以政治上之新陳代謝不行。工程界諸君，勿自謙卑！應決心自行負起救國之大部分責任！應各貢獻其智識，與相關之各界有權威者，共同擬議，彙為中國國防工業及一般經濟建設之總計畫。此項計畫，至遲一年內討論完成而宣布之。吾深信工程師學會之力，必能勝此重任，而此計畫完成後，政治上定立時發生極大反應。全國國民定將信賴此計畫，而努力推動其實行。禦侮救國，關鍵在此。吾人謹本此意，祝工程師學會成，為新中國建設之大本營，不獨望該會會員之學問職業與年俱進已也！掬誠致勉，工程界君其鑒之！



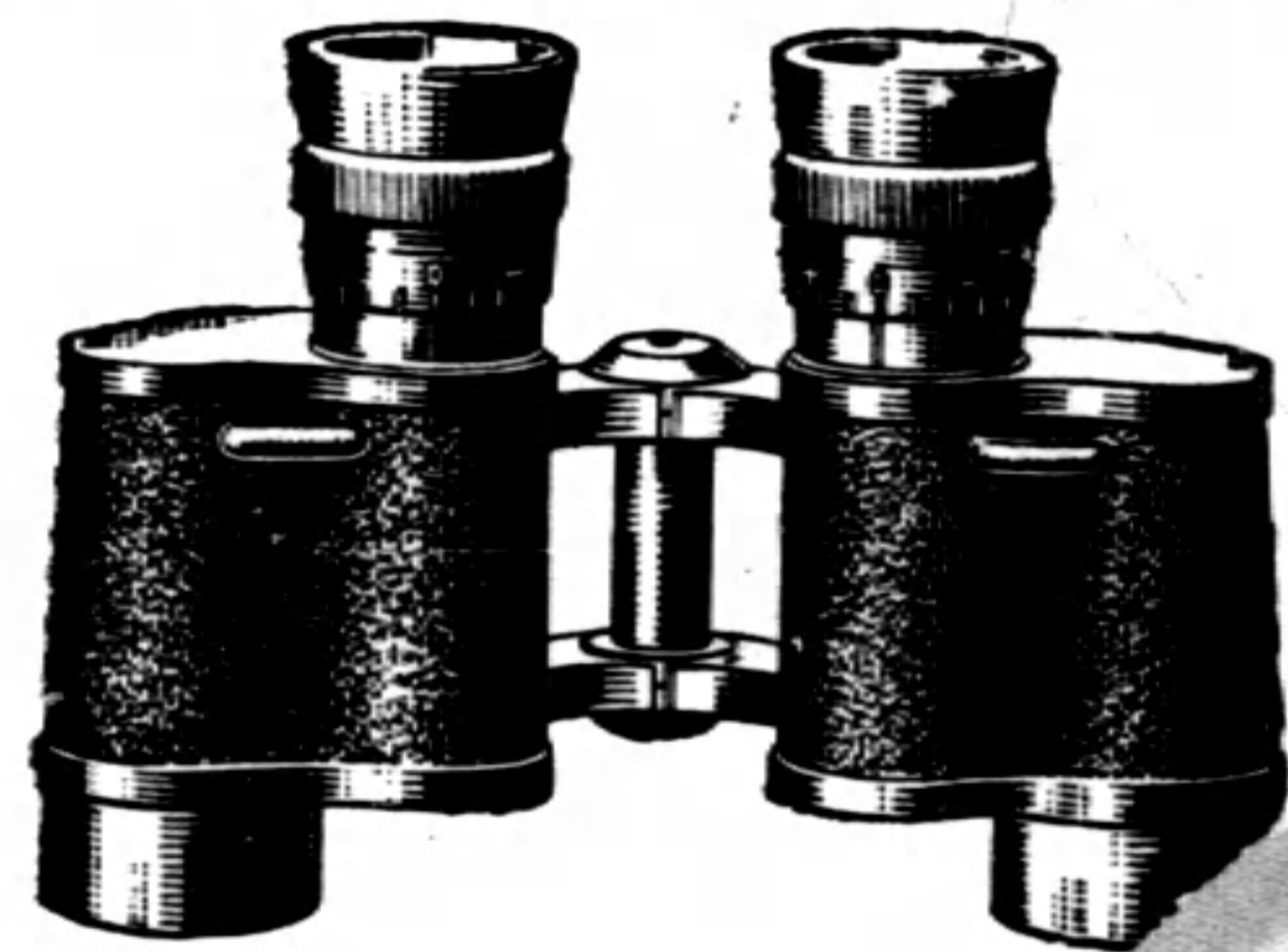
SCHMIDT & CO.

Leica CAMERA



「徠卡」照相機
 目前使用者達八
 萬以上均甚滿意
 構造精巧靈便可
 用極廉之電影軟
 片每卷攝三十六
 個極清晰而適於
 放大之影像誠工
 程師懷中必備之
 照相機

Leitz
 FIELDGLASSES



「徠資」望遠鏡為獨一無二之
 折光望遠鏡光度最大且能抗受
 風雨足稱為價廉物美之極品望
 遠鏡

徠資廠之光學儀器久已馳名全世
 界如礦物顯微鏡金屬顯微鏡顯微
 照像器等凡研究工程材料金屬性
 質者均應採購此外如材料試驗儀
 器測量儀器理化試驗儀器畫圖儀
 器化學藥品以及照像材料敝公司
 均有出售備有目錄函索即寄

駐華總經理

興華公司

天津 哈爾濱 瀋陽 廣州 香港

學工程師中國由聲明請

SULZER BROTHERS

Cable Address
"SULZEBROS"
Telephone
16512

Shanghai Engineering
OFFICE
4 Avenue Edward VII



冰機
用與
器船
· 參
克
爾
倫
等
·
直
立
式
水
管
爐
·
風
箱
·
陸
上
機
器
·
抽
水
機
·
冷
藏
兼
造
冰
機
器

蘇爾壽工程事務所

▲本廠出品▼
上海愛多亞路四號

蘇爾壽

冷器兼造冰機器

上海華懋公寓
內設

WINTERTHUR. SWITZERLAND.

大陸銀行上海信託部

大陸銀行上海儲蓄部

代 代

優 辦

人 人

待 理

運 管

學 各

用 理

生 種

資 財

職 儲

產

工 蓄

本埠地址 上海南京路
代理處地址 大上海商場
天津路 霞飛路
靜安寺路 虹

▲信託存款
▲負責經營
▲保息紅付
▲每年一分

本部地址 上海南京路
本埠支路 霞飛路
天津支路 虹口
靜安寺路
外埠支路 無錫
南京 杭州

▲儲蓄存款
▲利息優厚
▲保息無限
▲責任固責