

年

卷

期

12

2

第

第

隴海路終點海港——即連雲港——全景  
初步工程施工情形詳載本期 111-154 頁



# 工 程

第十二卷第二號 二十六年四月一日



第六屆年會論文專號(下)

隴海鐵路終點海港	閘口發電廠改進概要
上海建築基礎之研究	廣州電力廠地基工程
小型單汽缸汽油引擎改用木炭代油爐之研究	
鋼筋混凝土公路橋梁經濟設計之檢討	
路簽自動交換機	泰爾鮑脫螺形曲線
及其他二篇	

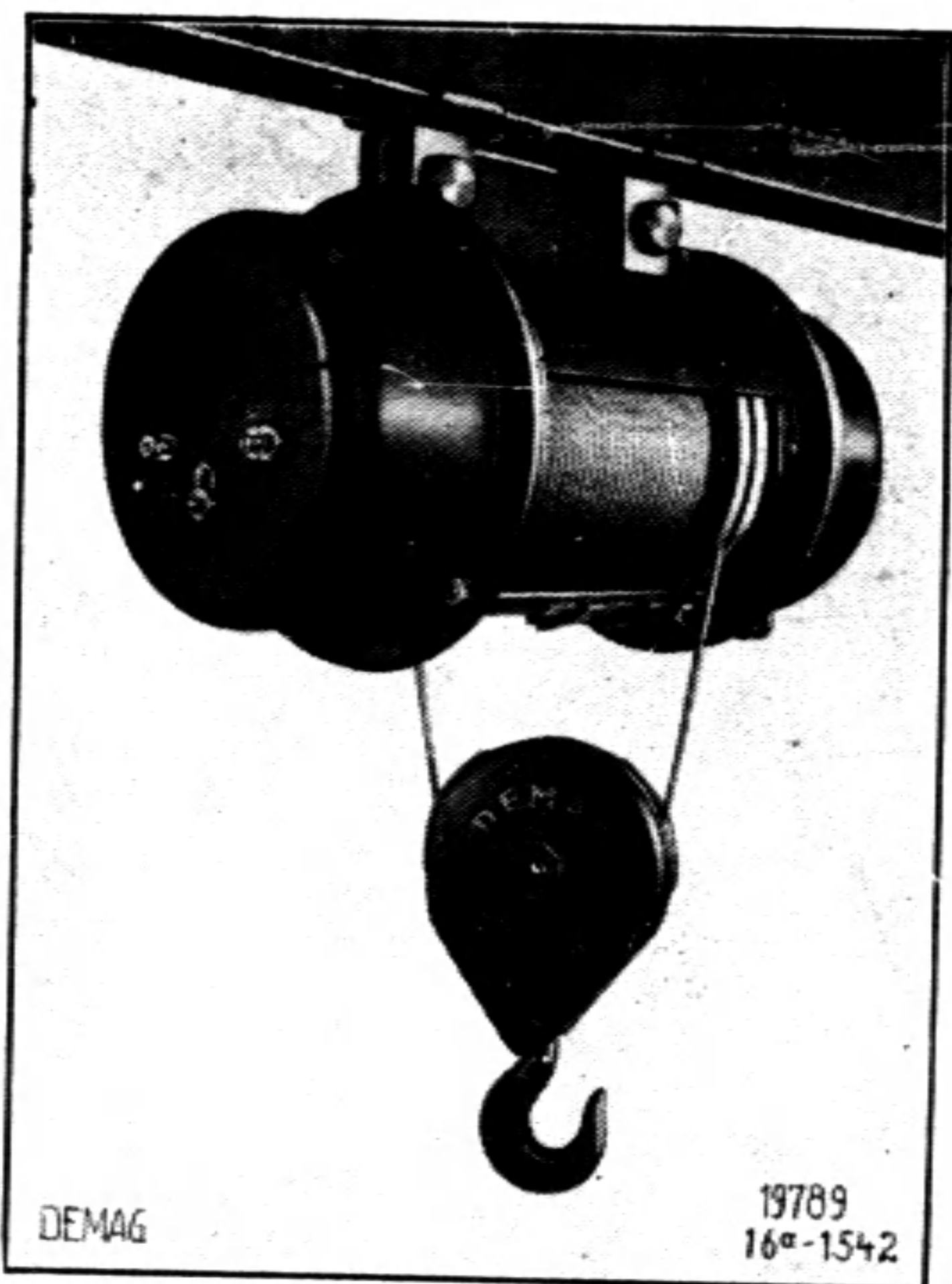
圖 書 之 章	署 收 藏	建 設 總
------------------	-------------	-------------

中國工程師學會發行

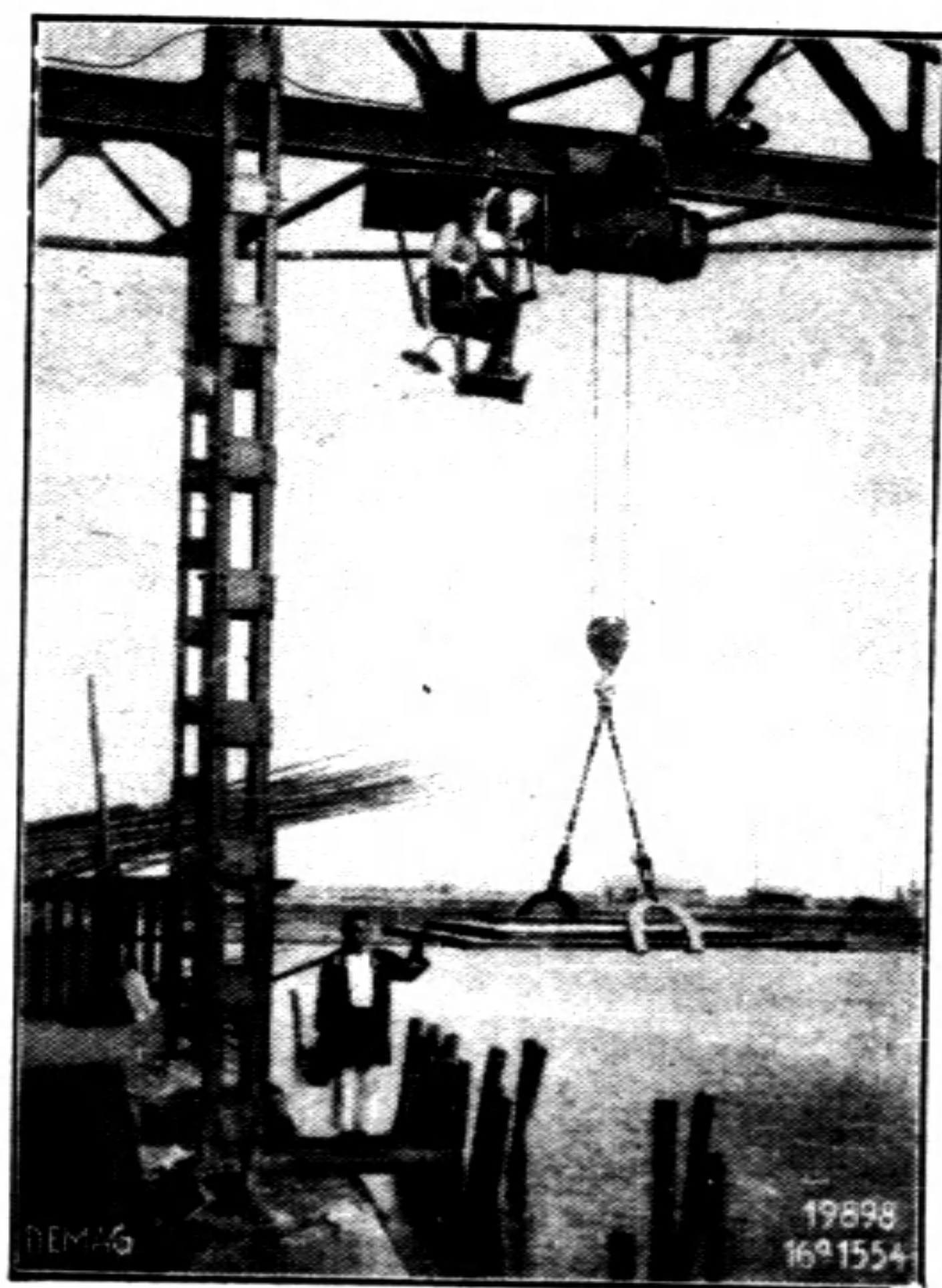
# DEMAG

## 台麥格電力吊車

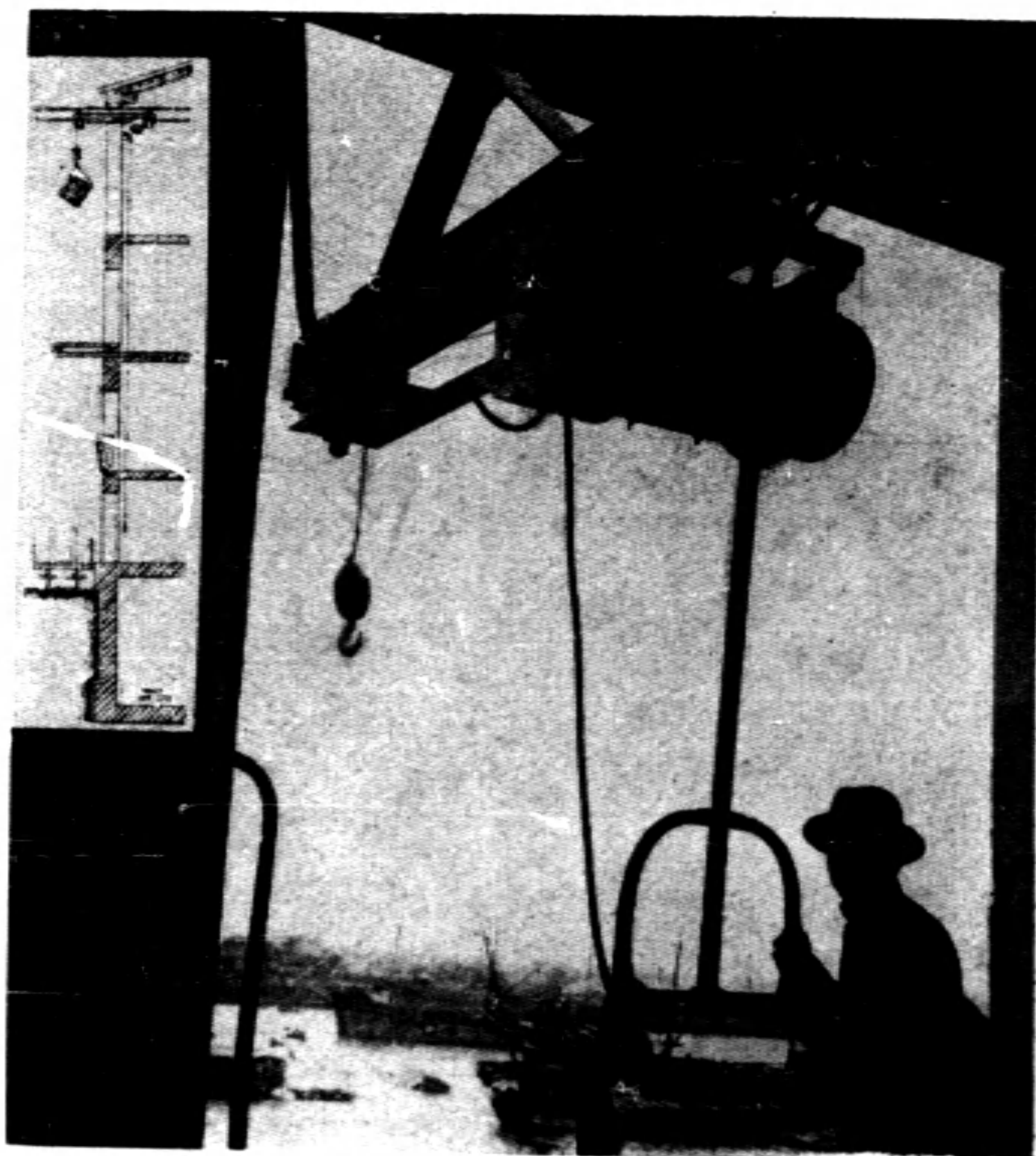
為合理化之起重及搬運貨物之機械備  
有各種大小之能力適合于各種用途連



有掣鈕開關無論何人使用應手且售價  
低廉敝公司可免費試裝偷蒙 垂詢當  
派專家接洽不另取費  
二噸能力以下常備現貨



車吊力電用棧貨

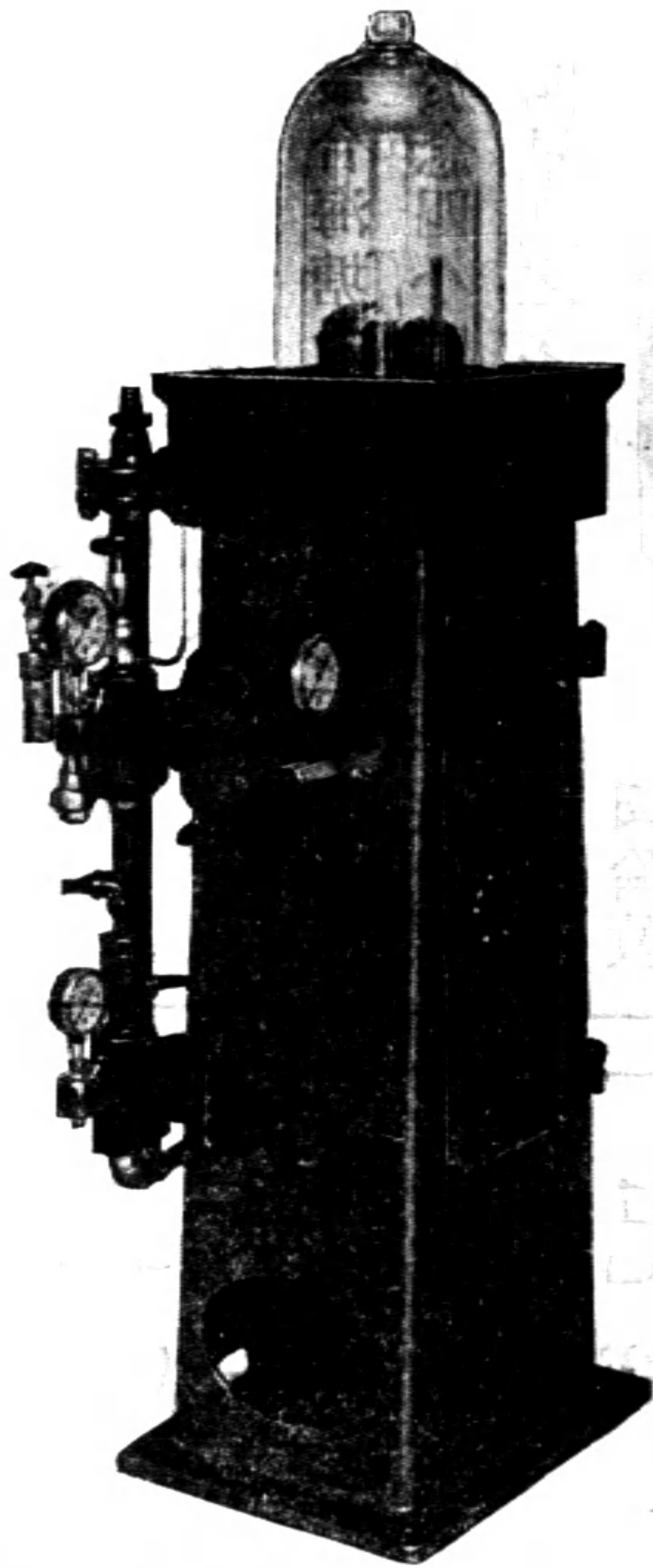


車吊力電用備設貨裝

號八三一路西海上  
**謙信機器有限公司**  
號〇九五三一 話電

**獨家經理**

# 美國“W&T”氯素殺菌機



## 本牌氯素殺菌機

馳名歷三十餘年

## 握殺菌機之權威

用戶達千萬廠家

機體精良美觀... 構造堅固耐用  
效力非常偉大... 迥非別牌可比

### 用戶一斑

(座七十) 司公水來自商英海上  
 (座九) 廠水來自商法海上  
 (座五) 廠水司公電水北開海上  
 (座八) 司公水來自地內海上  
 廠水來自市州杭  
 廠水來自門澳  
 司公水來自平北  
 池泳游會育體國萬津天  
 廠水局務礦凜開島皇秦  
 等等廠冰製器機口澳  
 錄備不怨幅靡於限因多衆戶用

### 中國獨家經理 馬爾康洋行

上海四川路二二〇號 香港皇后道匯豐銀行樓上

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

上海北京

路第二號

# 立興洋行

電話一一

六二〇號

## 快燥水泥

(原名西門放塗)

最合海塘及緊急工程之用因其能於念四小時內乾燥普通水泥則需四星期之多 立興快燥水泥為英



國倫敦之拉發其水泥廠所特製世界各國無不聞名

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

## 上海泰記石棉製製造廠

### THE GREAT EASTERN ASBESTOS MFG. CO.

凡有蒸汽設備欲求省煤保温

批發所 百老匯路一百十五號

電話租界四一七七五

主要出品

石棉鎂銹管 85% Magnesia Pipe Coverin

石棉鎂銹塊 85% Magnesia Block

石棉鎂銹粉 85% Magnesia Cement

石棉筋 石 Asbestos Fibre

石棉塗料 Asbestos Composition

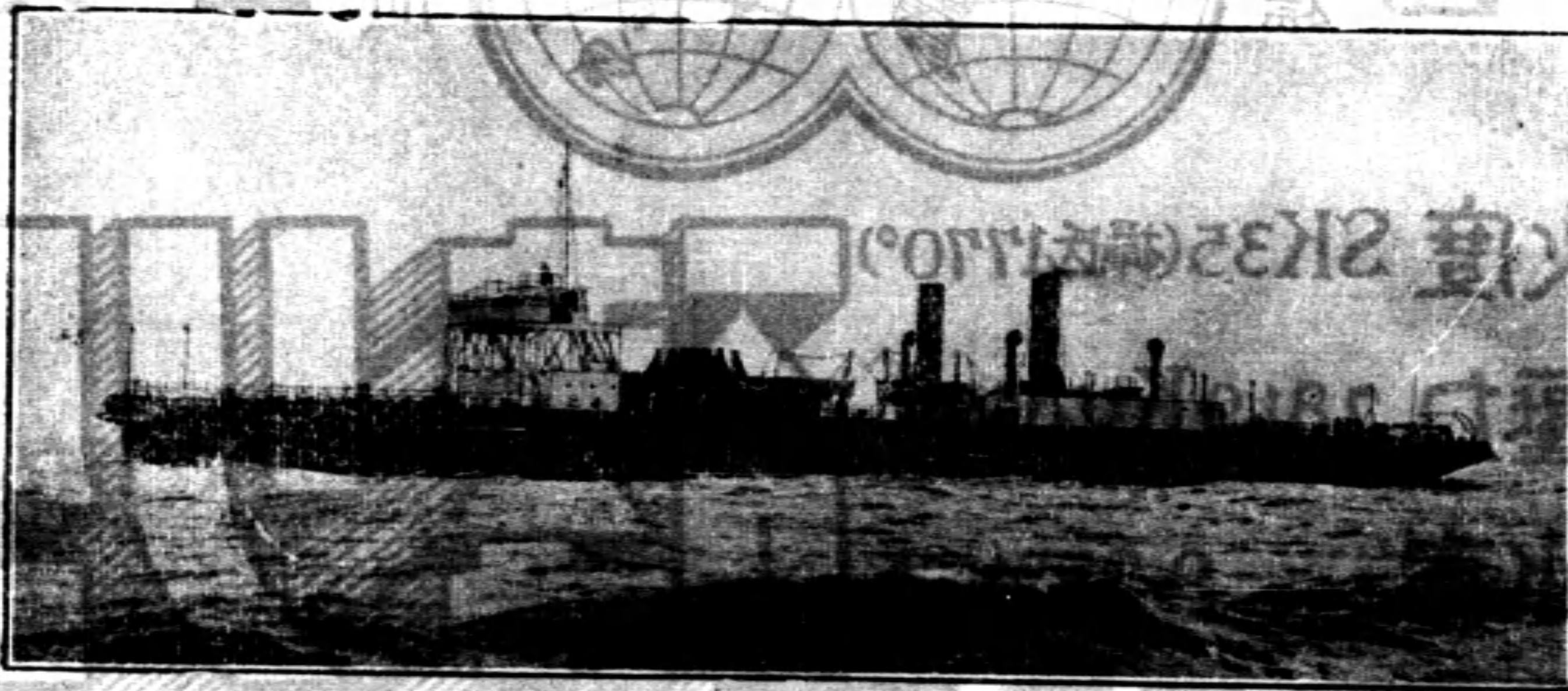
製造廠 南市車站路普益里內

電話本市二三二四四

本廠可供給材料或代為包裝

SWAN, HUNTER, & WIGHAM RICHARDSON, TLD.  
NEWCASTLE-ON-TYNE, ENGLAND

And Associated Company  
BARCLAY, CURLE & CO., LTD.  
GLASGOW, SCOTLAND



Twin-Screw S.S. "CHANGKIANG"  
Railway Ferryboat built for the Chinese Ministry of Railways  
形圖之號江長輪渡車火江長式葉輪雙造建部道鐵代廠本

敝廠創設於英國新堡已歷數十餘載專門製造大小輪船軍艦浮塢以及修理船隻裝修內外機件並製造各式輪機鍋爐煤力發動機柴油發動機以供各界採擇敝廠并開有最新式船塢五處其中最長者達六百二十英尺上列圖形之長江號火車渡輪即係敝廠所承造其式樣之新穎與夫行駛之便捷在遠東允稱首屈一指焉

史璜亨脫造船廠有限公司

地點 英國新堡

聯合公司 巴克萊柯爾造船有限公司

地點 英國格拉斯戈

中國總經理 上海 英商馬爾康洋行

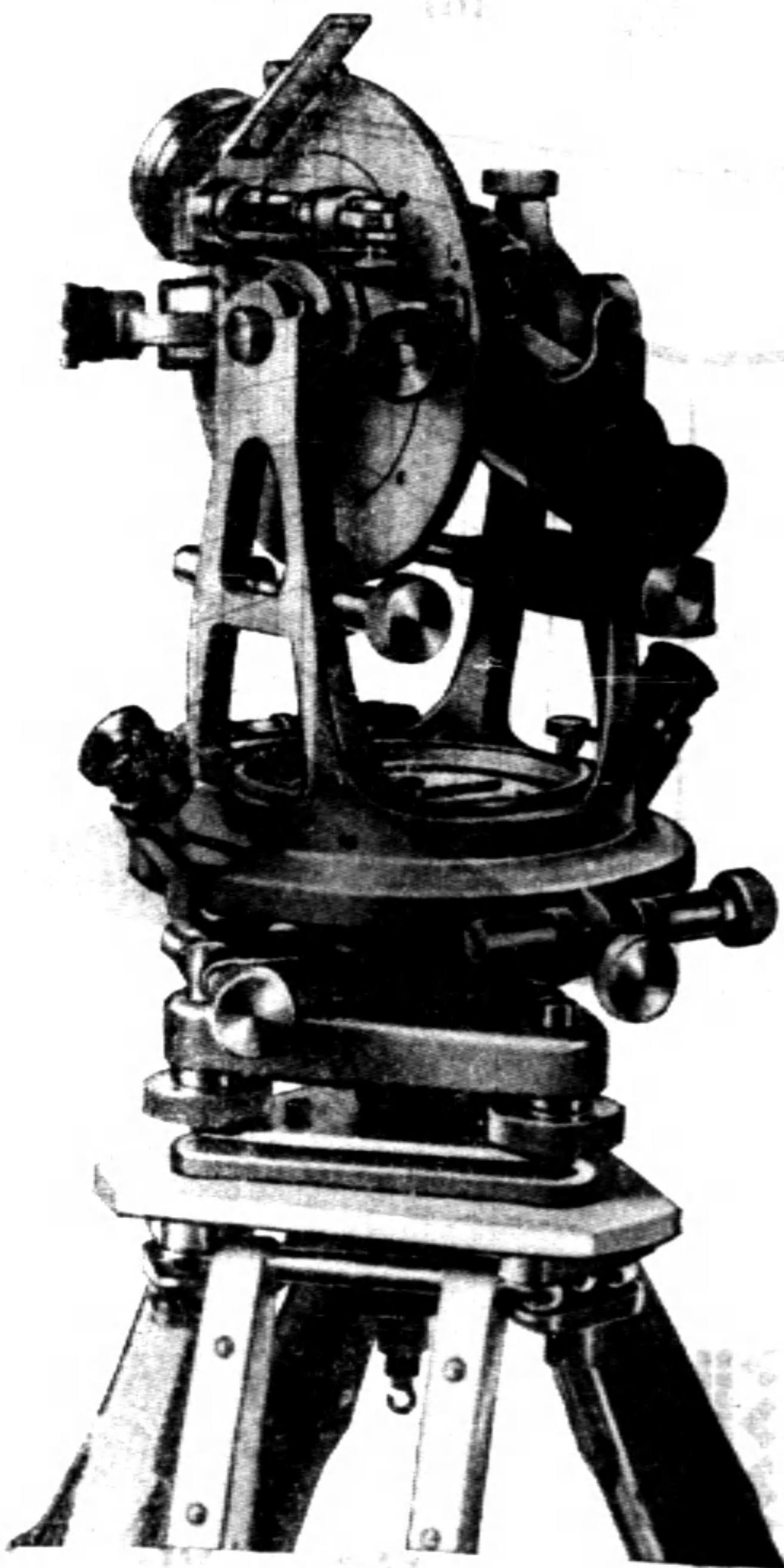
香港



**Kern**  
AARAU

PRECISION  
SURVEYING  
INSTRUMENTS

New Improved Repetition Compass Theodolite No.25



「看衡」最新式念伍號羅盤經緯儀

本行獨家經理瑞士看衡廠之各種測量儀器精細準確不同凡俗全國各機關均已採用一致讚譽誠為現代最適用之儀器備有現貨以供急需如蒙賜顧無任歡迎

本圖所示為

SOLE AGENTS FOR CHINA  
SIBER HEGNER & CO., LTD  
Shanghai

中國總經理瑞商華嘉洋行

上海圓明園路九十七號  
電話一八六八八號  
郵政信箱四〇八號



# 品出司公電瓷

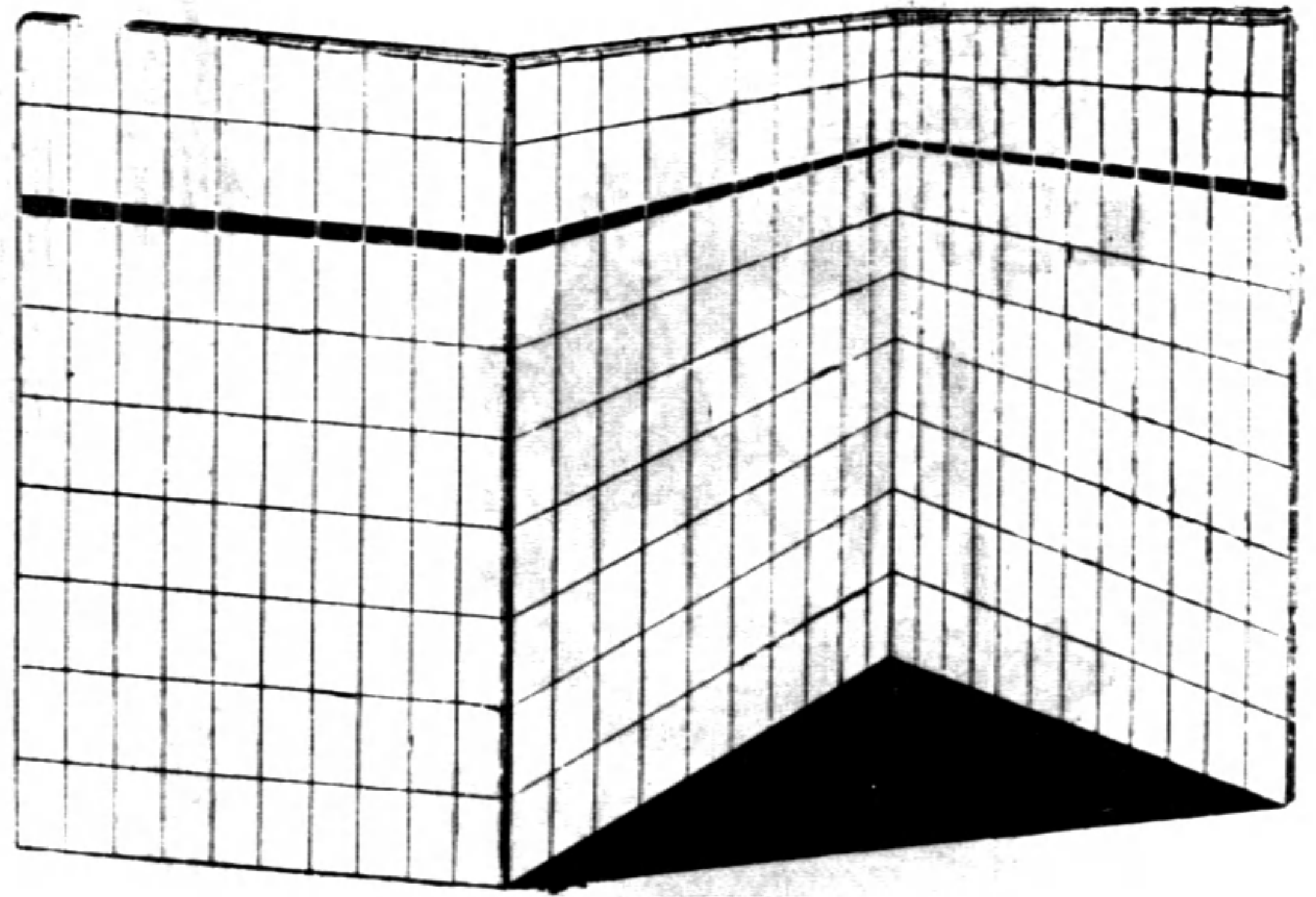
磚 牆 面 釉

所 務 事

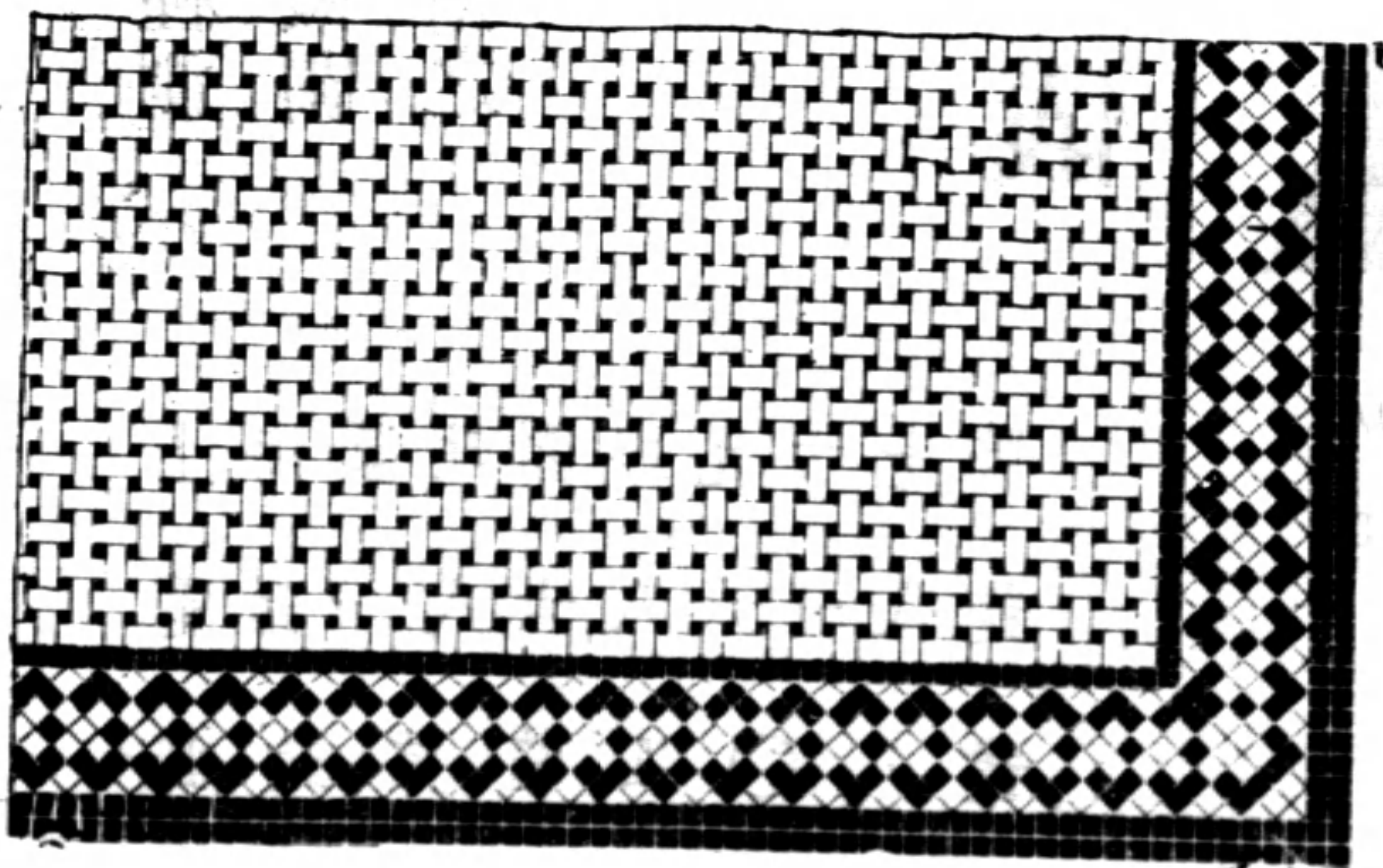
號九十八路州福海上

話 電

六〇七六一 ◆ 八〇四四一



磚 瓷 克 賽 瑪



廠 造 製

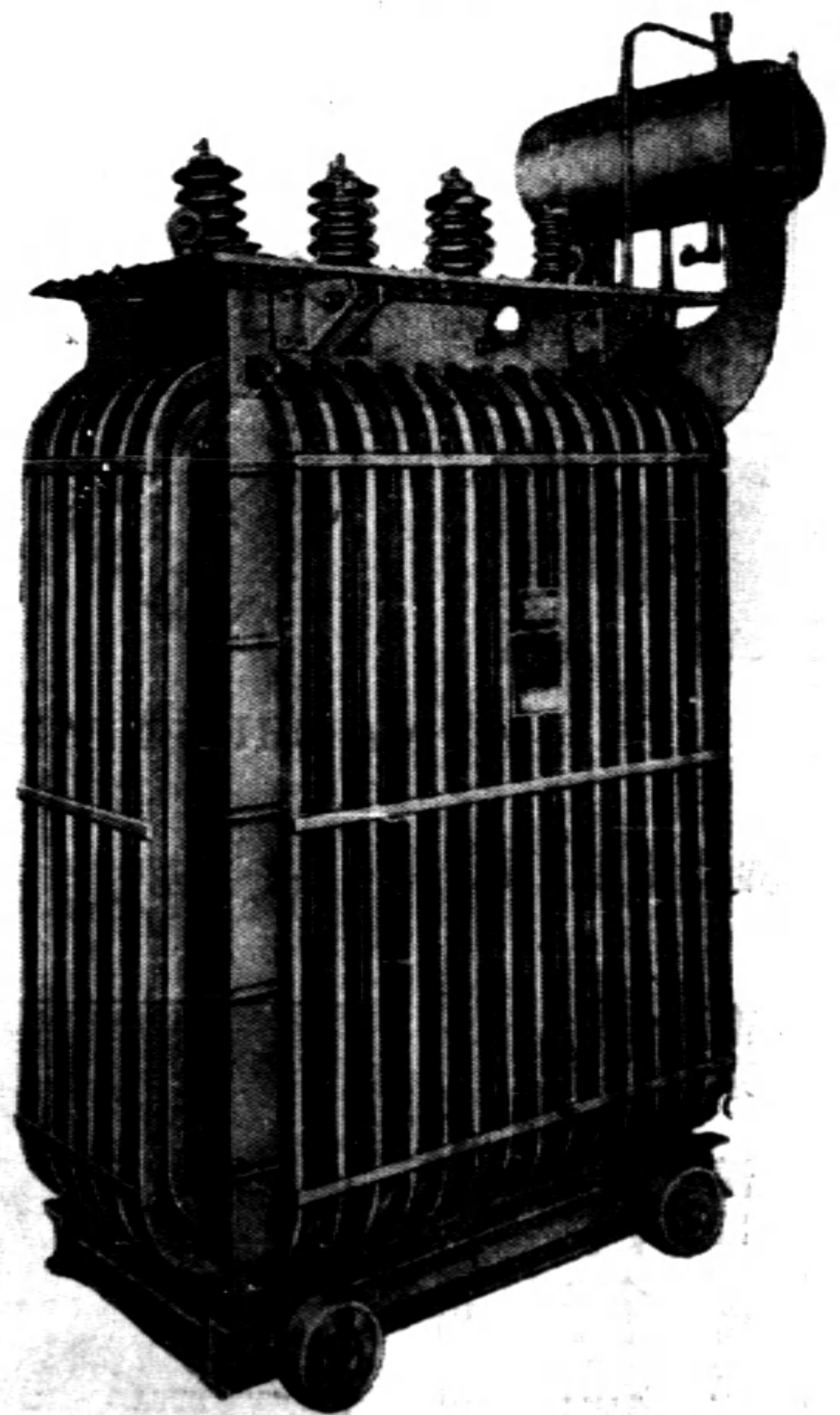
路蘭必霍 廠一第

涇洋東浦 廠二第

# 益中福記機器

## 國貨 變壓器

## 出品項目



本公司最近出品  
600KV  
三相三萬  
三千伏變  
壓器係松  
江電廠定  
製

<b>電</b>	<b>機</b>	<b>電</b>	<b>瓷</b>
各種變壓器	高低壓隔離開關	直流交流配電板	各種瑪賽克瓷磚
變壓器油濾清機	高低壓油開關	高低壓瓷瓶	3" X 6" 白色釉面牆磚
高低壓瓷瓶	各種電氣用瓷瓶	高低壓保險鉛絲	4" X 6" 銅精梯口磚
電流限制表	高壓保險鉛絲	6" X 6" 顏色釉面牆磚	6" X 6" 白色釉面牆磚
	羅馬式美術瓷磚		

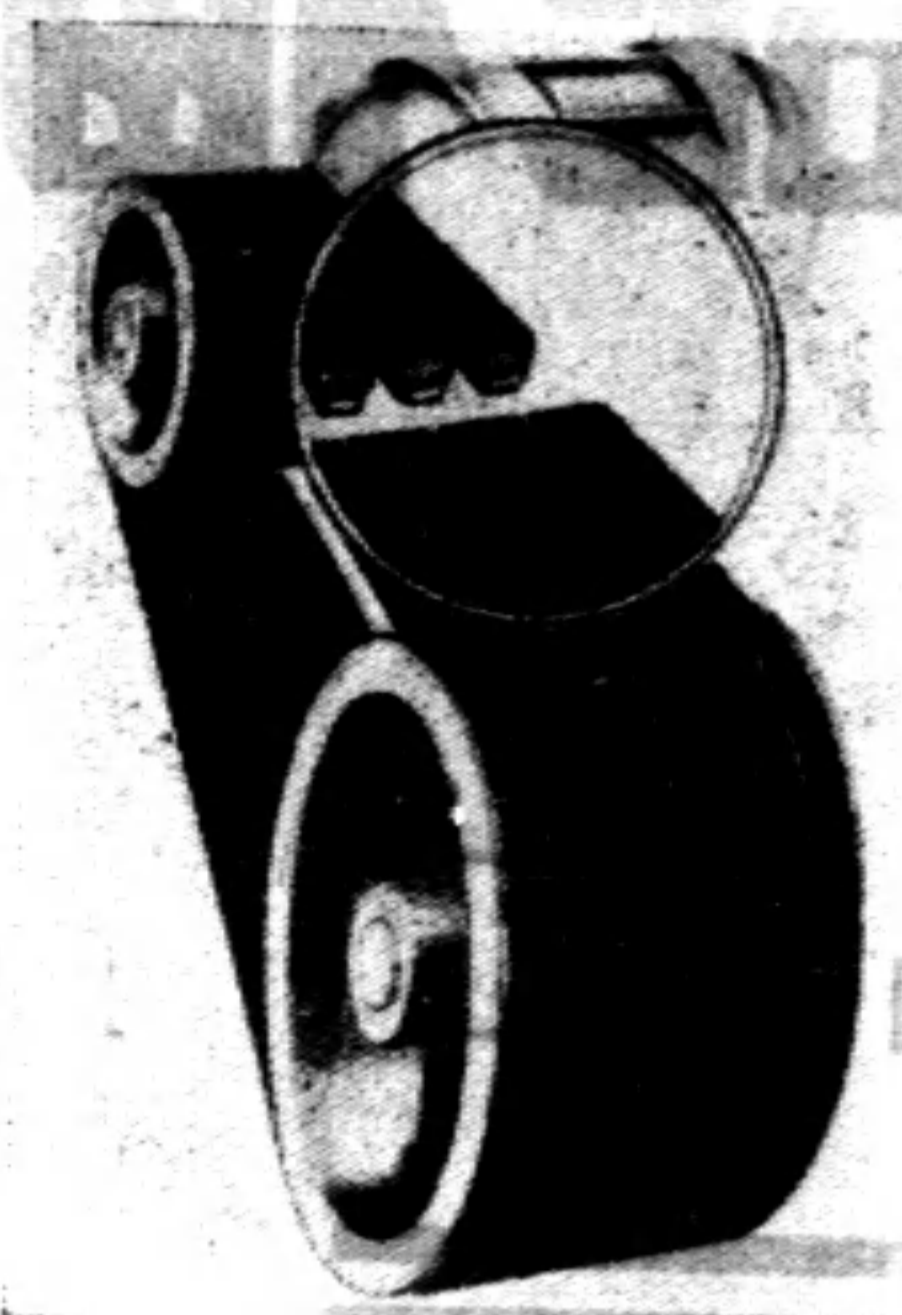
# 繩皮橡角三載而滿立德古

## GOODRICH "MULTI-V" BELTS

欲求 經濟 安全

清潔 省事

請用三角橡皮繩



欲求 堅強 耐用

拉力 平均

認明古德立出品

上海四川路七六號

### 禮和洋行

# M A N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG NUERBERG A.G.

Mechanical Injection Diesel Engines

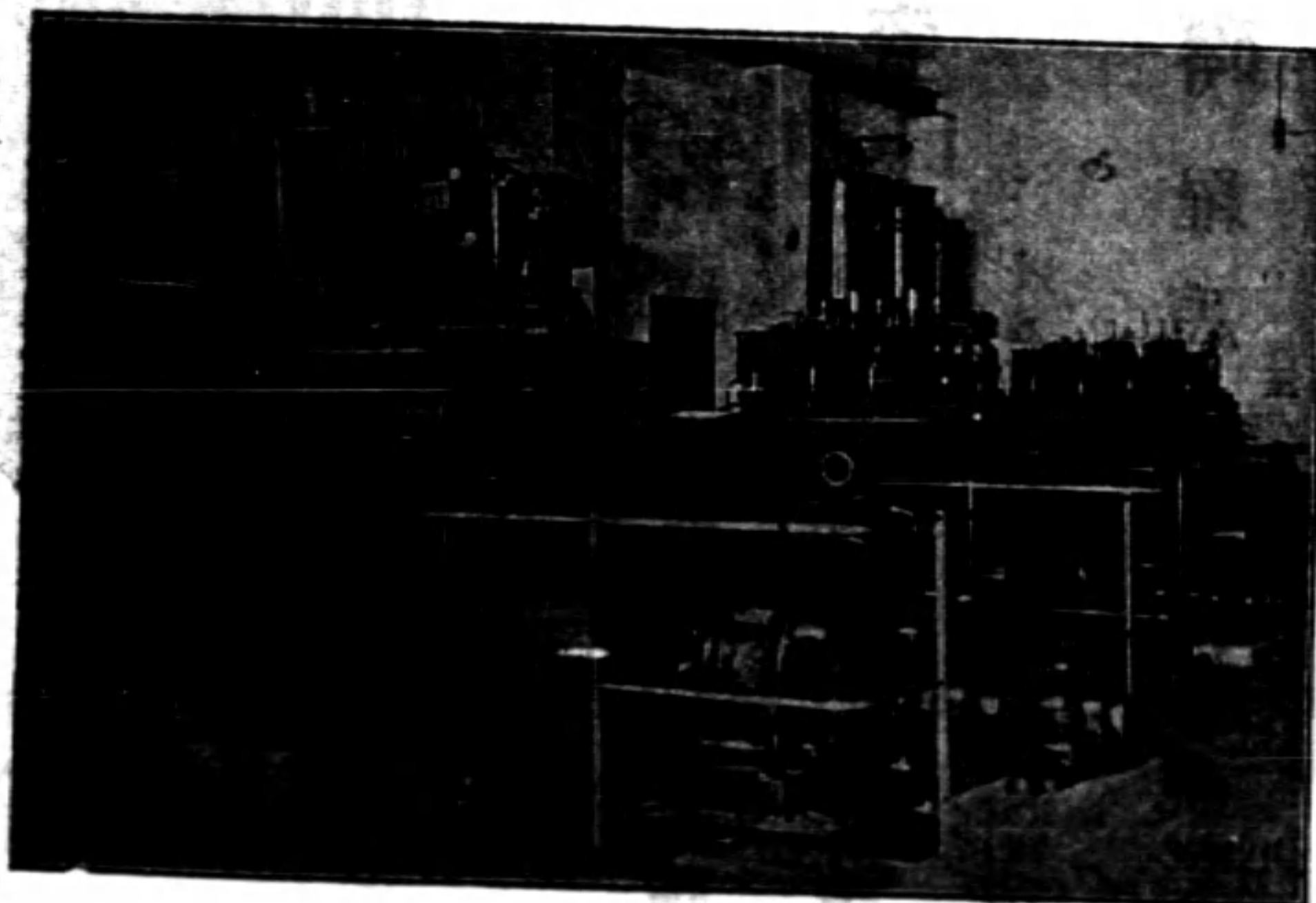
## 孟阿恩無空氣注射提塞爾內燃機

孟阿恩  
橋樑機器公司

孟阿恩廠製造

世界最大陸用內燃機

世界最大船用內燃機



上海四川路一一〇號

### 孔士洋行獨家經理

南京 漢口 廣州 瀋陽 哈爾濱

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 亞 洲 合 記 機 器 公 司

本公司專門裝置一切房屋內最新式暖氣設備衛生器具消防設備及調節冷熱空氣等工程其目的務使

- ↓ 設計最新穎
- ↓ 裝法最考究
- ↓ 材料最精緻
- ↓ 式樣最美麗
- ↓ 使用最便利
- ↓ 實用最舒適
- ↓ 價額最公道

## 承 裝 各 大 工 程 略 舉 如 下

本埠工程	外埠工程
金城銀行 上海	中山紀念堂 廣州
上海造幣廠 上海	交通部(慈悲社) 南京
時兆報館 上海	建設委員會 南京
大夏大學 上海	司法部司法行政部 南京
古拔公寓 上海	西冷飯店 杭州
大陸商場 上海	首都大戲院 南京
海軍醫院 上海	海軍部 南京
虹口公寓 上海	浙省電話總局 杭州
四行廿二層大廈 上海	金陵女子大學 南京
上海市博物館 上海	蘭園新村 南京
產婦醫院 上海	雷電營校 南京
南京大戲院 上海	中國旅行社招待所 西安
集雅公寓 上海	西北農林專科學校 武功

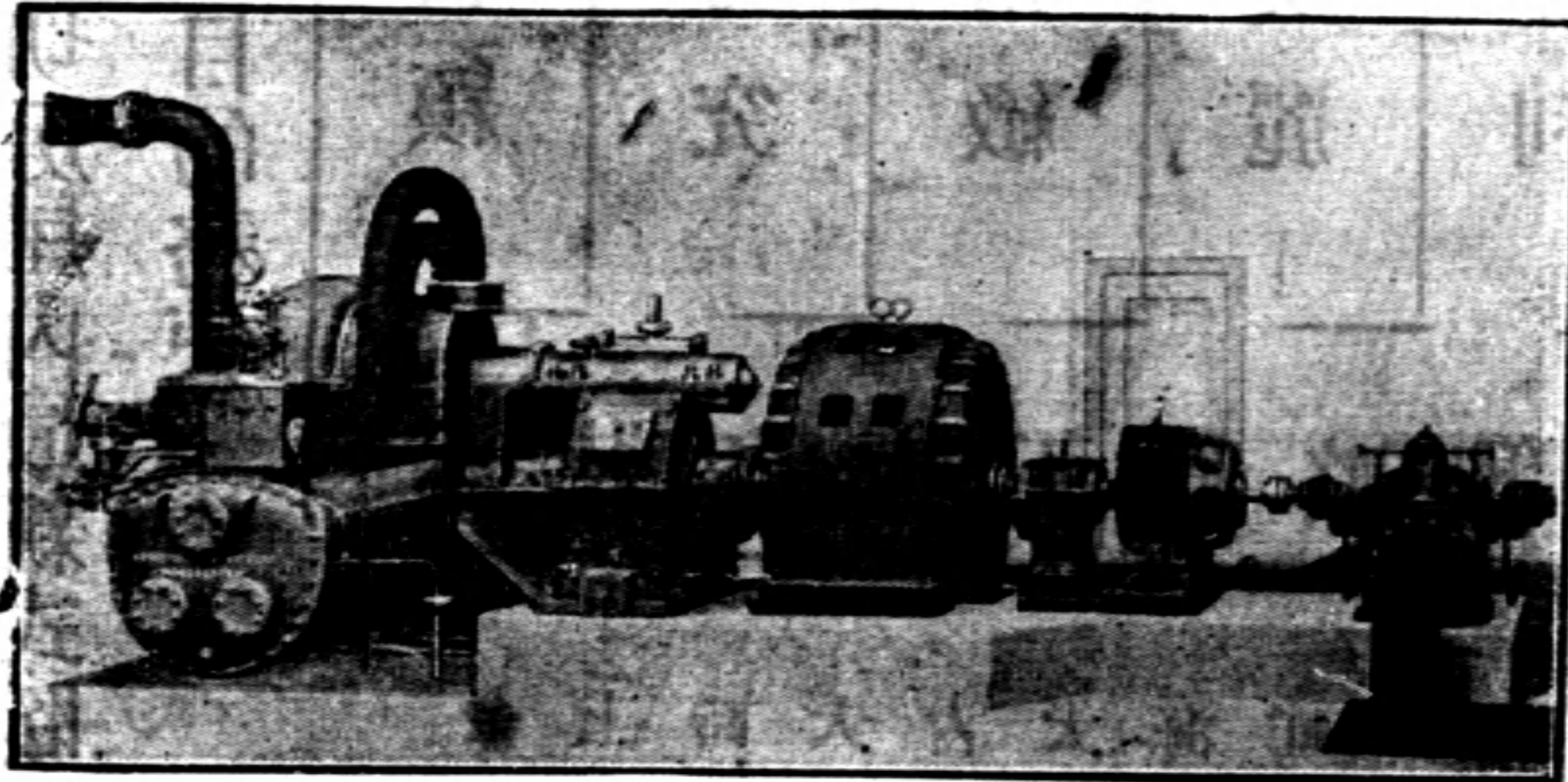
### 辦公處

上海法租界外灘八號 電話 八〇五〇八  
南京新街口忠林坊三四號 電話 二二五二七

英國聯合機器有限公司

**METROPOLITAN**  
**Vickers**  
ELECTRICAL CO. LTD

OVER  
**150**



英國「茂偉」連座透平發電機已裝置者  
數逾壹百五拾！曷故？

因  
↓  
價廉

- ↓ 可省廠房建築及底脚費
- ↓ 用汽少而經久耐用
- ↓ 附件不用馬達拖動不受外電應響
- ↓ 開車簡便可省工人
- ↓ 可供給低壓汽為烘熱之用藉以省煤
- ↓ 及其他種種利益

欲知此種透平發電機之詳細情形請駕臨

**安利洋行機器部**

總行 上海沙遜房子三樓（電話一一四三〇）

分行 漢口 天津 重慶 香港



英國愛

倫鋼廠

高等工

具鋼品

風鋼 炭素鋼 彈簧鋼

其他各種鋼品 上海常

備現貨

獨家經理

英商怡和機器有限公司

總公司

上海圓明園路五十號

分公司

香港 廣州 漢口

南京 青島 天津

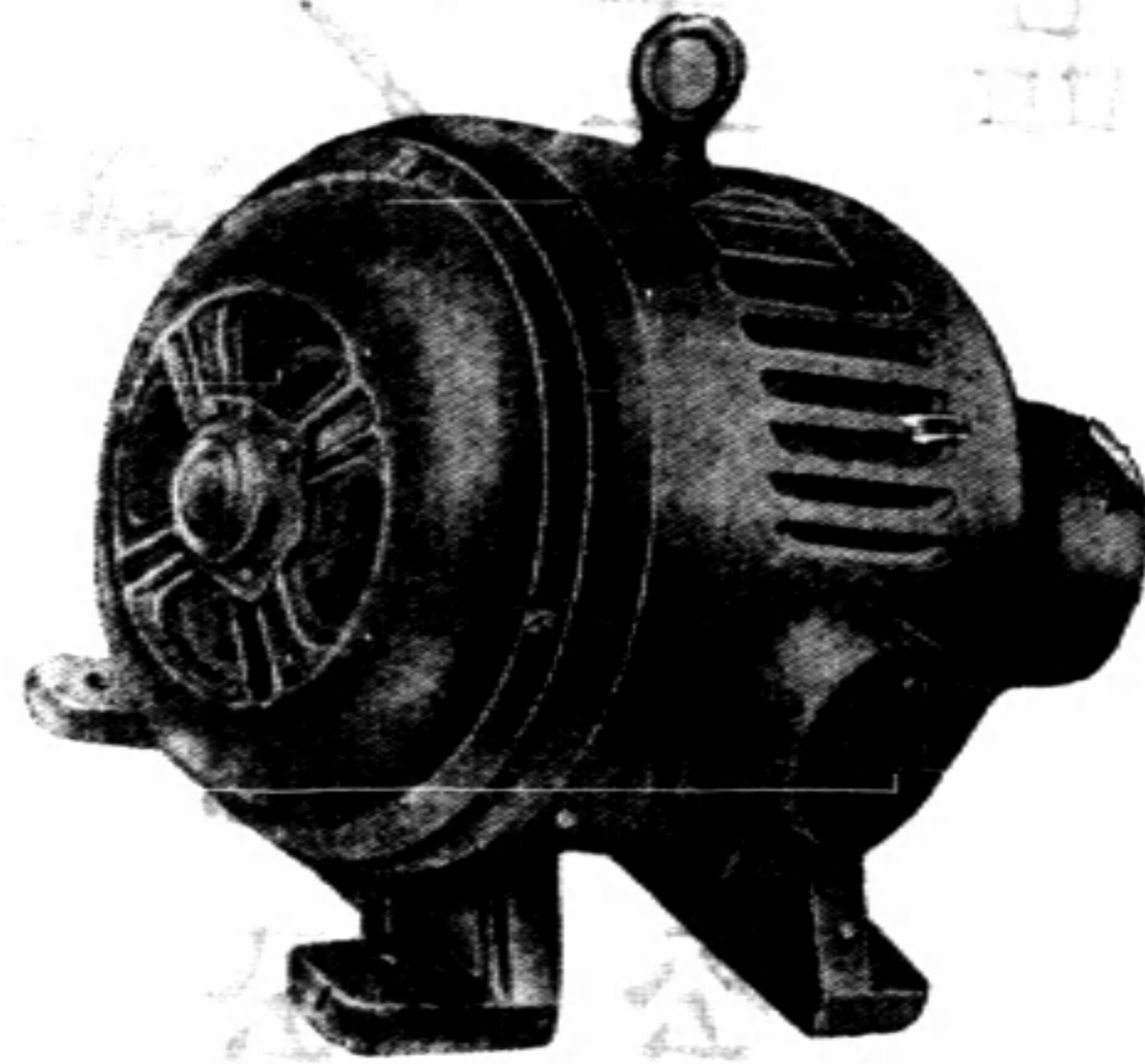
# 國產馬達担保使用

滑圈開啓式



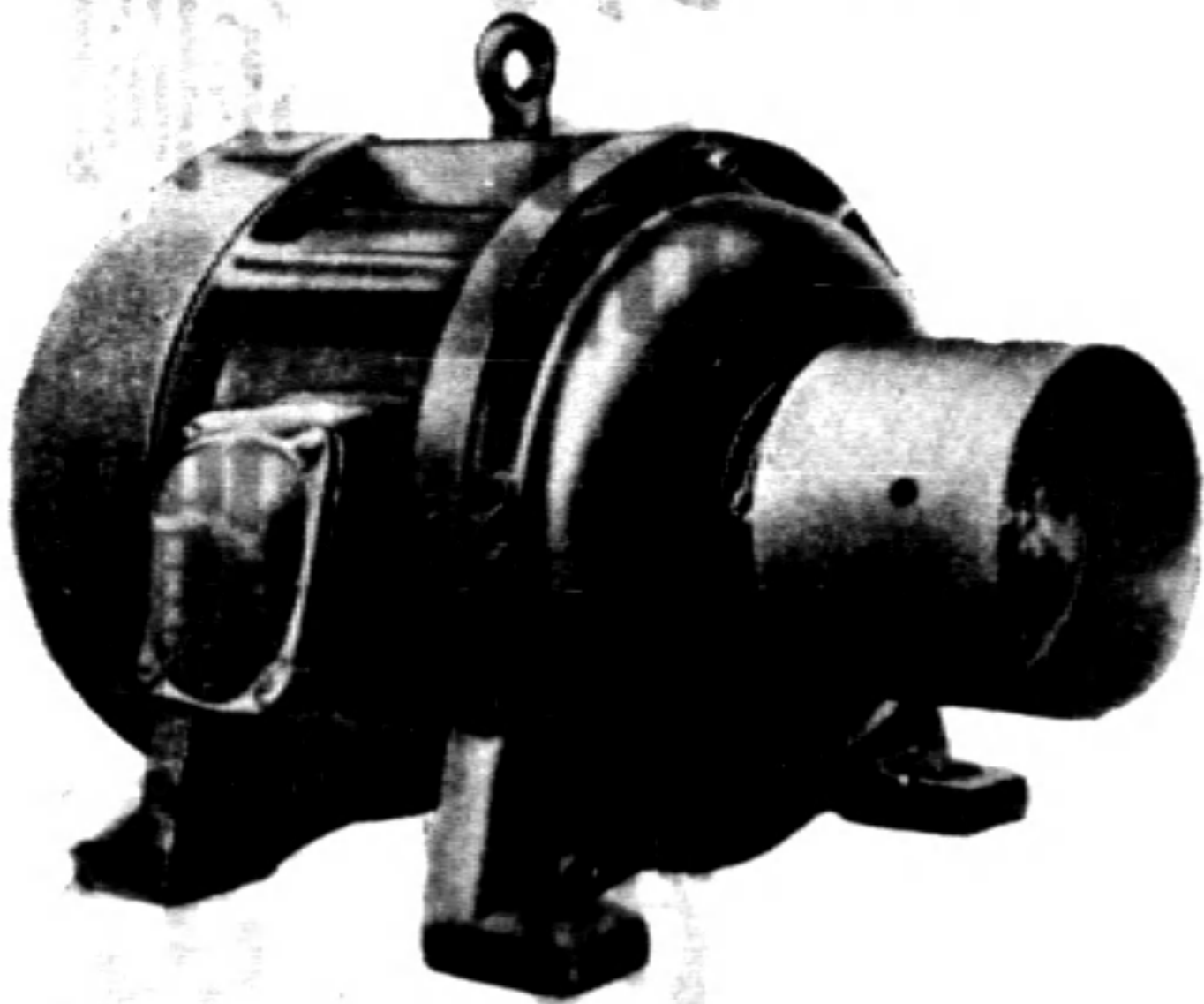
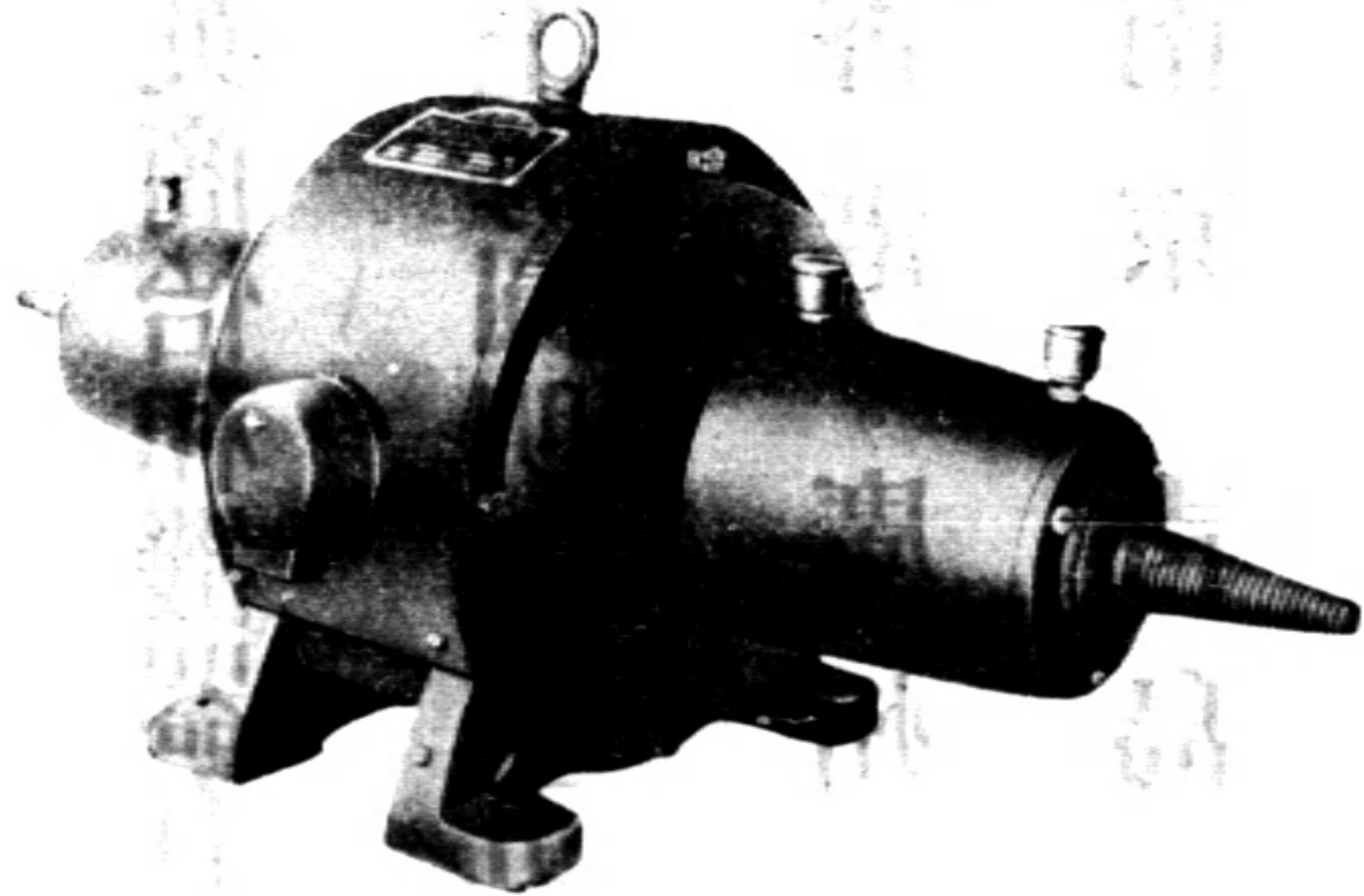
全封閉扇冷筒式

開啓式



全封閉扇冷帽合式

磨輪電動機



## 上海華成電器製造廠出品

福建路四三一號 電話九二六三二·九四八三二

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 中國工程師學會會刊

編輯：  
 黃 炎 (土木)  
 董大酉 (建築)  
 沈 怡 (市政)  
 汪胡楨 (水利)  
 趙曾珏 (電氣)  
 徐宗溲 (化工)

## 工 程

總編輯：沈 怡  
 副總編輯：胡樹楫

編輯：  
 蔣易均 (機械)  
 朱其清 (無線電)  
 錢昌祚 (飛機)  
 李 焱 (礦冶)  
 黃炳奎 (紡織)  
 宋學勤 (校對)

### 第十二卷 第二號 (第六屆年會論文專號下)

#### 目 錄

隴海鐵路終點海港	劉峻峯	111
杭州閘口發電廠三年來改進概要	陳仿陶	157
上海建築基礎之研究	秦元澄	174
廣州市新電力廠廠址地基工程概要	梁文瀚 馮雨蒼	188
小型單汽缸汽油引擎改用木炭代油爐之研究	胡嵩岳	197
鋼筋混凝土公路橋梁經濟設計之檢討	趙國華	203
路簽自動交換機	華南圭	227
泰爾鮑脫螺形曲線	許 鑑	233
高樓各種支持風力法則之堅固及經濟比較	徐寬年	244
用諾模圖計算土地畝分法	劉寰偉	251

### 中國工程師學會發行

分售處

上海徐家匯新書社  
 上海四馬路作者書社  
 上海四馬路上海雜誌公司  
 南京正中書局南京發行所  
 濟南芙蓉街教育圖書社  
 南昌民德路科學儀器館南昌發行所

南昌 南昌書店  
 昆明市西華大街雲嶺書店  
 太原柳巷街同仁書店  
 廣州永漢北路上海雜誌公司廣州分店  
 重慶今日出版合作社  
 成都開明書店

建設  
 署  
 收藏  
 圖書之章



中國工程師學會

## 工程編輯部啓事

本期及上期雖定爲中國工程師學會第六屆年會論文專號，  
但以該項論文爲數頗多，只得就篇幅許可範圍內酌量安排，其  
餘稿件，除錢塘江橋工程一文已另印專號（第十一卷第六號）  
外，或經分送機械工程，電工，化工及工程週刊，或擬留待本  
刊以後各期相機刊載，特此聲明。

## 中國工程師學會會員信守規條

（民國二十二年武漢年會通過）

1. 不得放棄責任，或不忠于職務。
2. 不得授受非分之報酬。
3. 不得有傾軋排擠同行之行爲。
4. 不得直接或間接損害同行之名譽及其業務。
5. 不得以卑劣之手段競爭業務或位置。
6. 不得作虛偽宣傳，或其他有損職業尊嚴之舉動。

如有違反上列情事之一者，得由執行部調查確實後，報告  
董事會，予以警告，或取消會籍。

# 隴海鐵路終點海港

劉峻峯

## (一) 緒論

三十年來之計劃 在揚子江以北,建築一近代海港之計畫,至少曾經三十年之考慮。至一九一二年九月廿四日,比利時銀公司與中國政府簽訂建築由甘肅省至海口之隴海鐵路(長約一千八百公里)及東方終點開闢海港合同後,是項計畫始具成規。該合同內第四條條文如下:

本項借款,是完全打算供給一條幹路之建築與設備之必需資金。此路將銜接四方甘肅省會之蘭州府,與東方在揚子江口以北之海港;唯得引用汴洛洛潼段鐵路,及或清江浦支路,經過陝西省會之西安府,潼關,河南府,及河南省會之開封,歸德府,徐州府,以及江蘇省。至確定路線測量,與東方終點車站事項,將由代表中華政府之局長,與該公司會同決定。

但在此項合同成立時,訂約之雙方,對於海港之地點,並無成見。時津浦鐵路在南京對過揚子江北岸之終點車站,正恰告竣,而經營清江浦至海門之私人建築公司,又發生經濟上之困難,故曾計畫隴海鐵路或能引用該路已成部分,而在海門或南通州設立終點車站。

在借款合同簽字數月後,法國工程司格銳奈(Mr. G. Grene)氏曾將江蘇全省海岸,作一廣大測量,並提出三項建議:第一,因西連島天然屏障(由青島至上海間沿海岸之唯一天然屏障)之利,主張

在西連島灣內,建成一近代廣大海港;第二建議為在海州附近之臨洪河內,造成河港;第三建議為闢一河港於大潮河(圖一)。

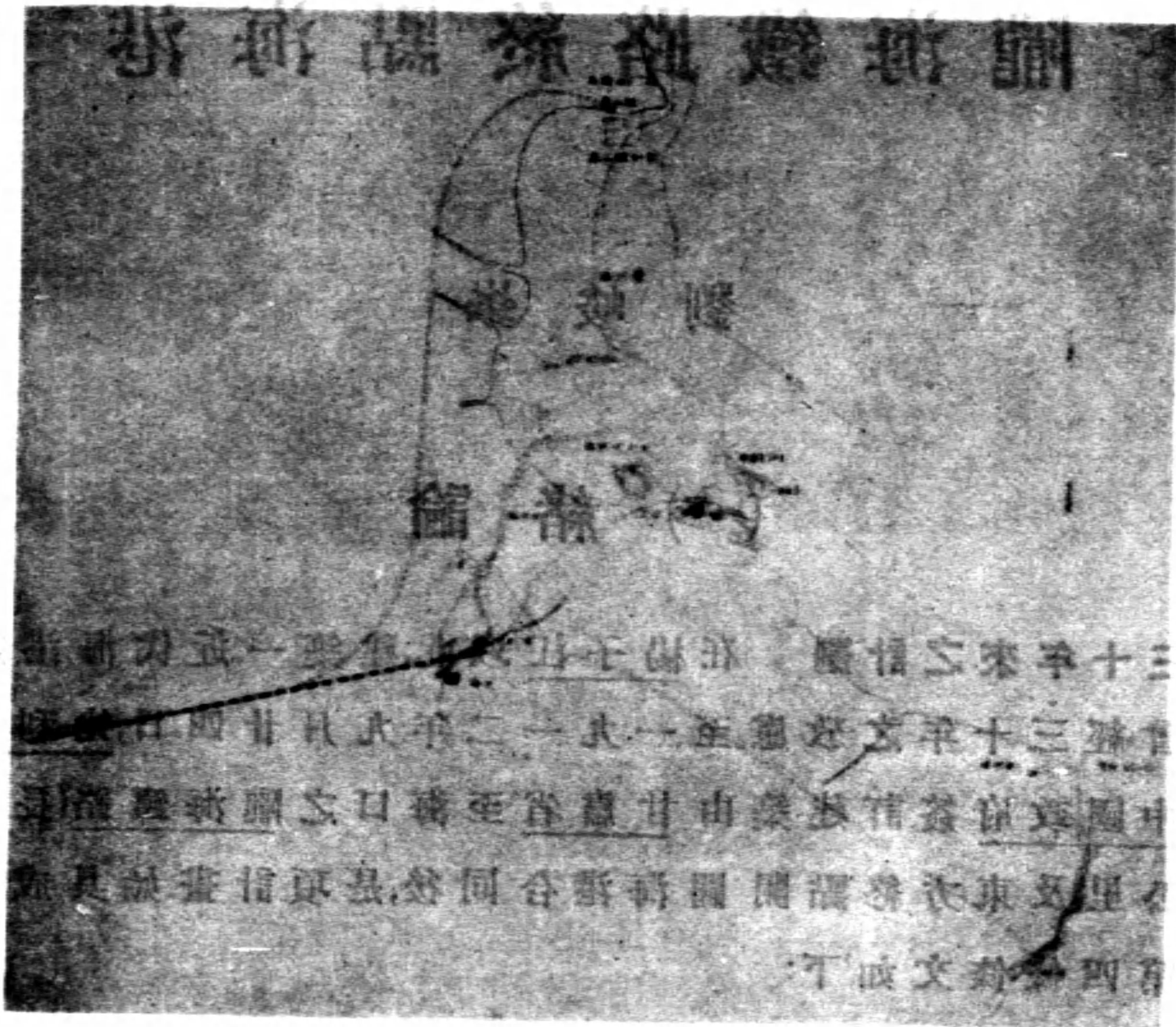


圖 (一)

據格銳奈氏致察,堅決贊助第一計劃,而路方當局,亦完全同意;雖此項計劃創築費估價較高,却無疑的最為合用。唯因款項短絀,計劃雖經批准,未能進行。歐洲大戰既起,即其他建築工作,勢亦不得不從緩進行。及至一九一六年,路線東至徐州府,西至觀音堂後,乃完全停頓矣。

一九二〇年新合同 為完成由甘肅至海口及建築海港等工程起見,中國政府代表與比利時銀公司,荷蘭治港公司代表等,於一九二〇年春,在卜魯賽爾 (Brussels) 簽立新約。因之建築工程得於翌年春繼續進行。查是項新約內容為:比利時銀公司之權利,特關於西段之延長;而荷蘭之利益,乃限於接長東段由徐州以至於海。同時荷蘭工程司范德卜魯凱 (Mr. van den Brock) 氏重測西

連島港位，謀在同一之地位，得到比第一次計劃估價較經濟之方式，以開闢海港。唯時因中國政治上變化太多，以致在國外籌款，繼續經營為不可能。迨至一九二五年路線東至臨洪河岸之大浦，西至靈寶全部工程，再度停止。

**大浦臨時碼頭** 一九二五年至一九三四年，臨洪河畔之大浦，用作為臨時港口。隴海鐵路一大部分出入貨運，在本期內均由此港經過。唯因經濟困難，與僅屬臨時性質，故無高價設備，如港區船塢及起重機等。其可供給停泊輪船之用者，祇二隻木質躉船而已。况該河之情形灣曲太激，雨後流速甚大，沙灘隨時變動，進口處暗沙亦高，船隻出進，均須等候高潮。附近又無屏障，天氣惡劣時，行船尤感困難。凡此種種，於航行均不適宜。其最不幸者，雖費鉅款保持挖泥工作，而實際上此種情形並不能改良許多。臨洪河發源於山東山脈間，由彼挾下淤土，歲計六十萬立方公尺，而其大部分沈澱於河口，淤塞河道，上溯30公里。若欲保持航道之深度每歲須挖去十二至十五萬立方公尺之淤泥。此種工作，在如此其小之河港，自不經濟。

上述情形，日益加甚，其結果使船隻大感不便，非經多數困難與時間損失，不能移動尺寸；而一方面若干千噸之各色貨物，常囤集於碼頭及貨棧中待運。大浦上海間船隻索取出入大浦各物運費甚高，應由時間損失負其責。因此，由內地經隴海運出貨物，大部轉向浦口，但在物價低落之今日某種貨物，並不能承擔經浦口或大浦之運費。茲試舉一事實為例：在許多時期中，上海花生市價，確較低於開封（花生出產地）至上海該貨之水陸運費。

遭遇極嚴重之情形，隴海鐵路貨運或有減少之虞，局長錢慕霖氏以時機已至，毅然決定建築最後海港於西連島海灣，據情呈報鐵道部，當蒙顧部長孟餘於一九三三年二月核准，並定新港名稱為連雲港。

**連雲港** 新港地點，位於青島上海間西連島海灣，對於良好

海港之必需條件，天然具備。自外海吹來之大風，有西連島高 120—150 公尺之石山爲之屏障；在陸地方面，亦有後雲台山脈聳然環抱。附近之水雖稍含泥沙，並無沙條，故時無論晝夜，潮無論高低，船隻出入，均屬易易。港灣本身長約 7 公里，闊約 2 公里，故港區面積可 14 方公里，堪爲巨大之商港。即以青島而論，大港內港區面積，亦不過 2 方公里。現時海底雖僅在最低潮線下 1.5—2.0 公尺，但挖至 6 公尺亦屬易舉。假設有容納巨輪之必要時，港區內挖至最低潮下 12 公尺或更深均無困難。

據已往四十四年之颶風記錄，此地並不感受被襲危險；自一八九二年到現下，雖共有十七次颶風，在距離西連島 499 公里以內經過，但並未造成任何損失。其僅致輕微損害者，祇一八九七年七月十一日及一九二〇年九月四日之颶風耳。

格銳奈君計畫，儘量利用本港所具天然優美之形勢，故發展所擬議港灣之初步，乃爲將在港區全面積約 14 平方公里挖泥，深至最低潮水下 6 公尺；建築由西連島之西端，銜接陸地之止浪壩，長 3600 公尺，以屏障港區，免受波浪擊襲，及截斷由迤北 20 公里外臨洪河水所挾之泥沙，港之東方則爲石壩二段，由陸地及島邊向海內突出，共長 3185 公尺，中留 300 公尺口門，以便船隻出入；碼頭五座，成平行式，各 500 公尺，長 100 公尺寬，同時可容納六千至八千噸輪船四十隻。第二步發展，則爲加築碼頭七座，船塢一座，及另外一小港爲裝卸火油類之危險貨物專用。

按以上計畫，十二座碼頭完成後，此港在中國沿海岸，將首屈一指，同時可容九十六隻大輪船靠傍。若俟全港區挖深至 6 或 7 公尺後，則面積之大，又足加容輪船四十隻在港內拋錨，可藉拖駁起卸貨物。

范德卜魯凱氏計劃 鑒於鐵路方面經濟拮据，上項計畫，非若干年後，恐未能見諸實施，荷蘭銀公司另行建議一比較規模較小，而適合鐵路目前需要者。范氏計畫，即根據此點，設一較小港區。

其中僅開一深溝，挖至零下 6 公尺。至止浪壩之建築，與碼頭數目之多寡，概以貨物運輸之實在需要情形為斷。

現在進行中之工程，祇限於建築碼頭一座，長 450 公尺，寬 60 公尺；止浪壩一段，長 1050 公尺；深水區一方，挖至零下 5 公尺，唯靠近碼頭一段，則為 6 公尺；煤碼頭一座，長 450 公尺，寬 55 公尺，專供運煤出口之用；港口一條，長約 5 公里，挖至零下 5 公尺，以達深海。兩座碼頭距離為 260 公尺，由距岸百公尺處向外挖至 1150 公尺，借止浪壩與煤碼頭之東西屏障，形成小港。完成後，四千噸輪船同時可容六隻，足敷目下之需要而有餘。雖此項發展較之原來計畫，未免相形見絀，但此港較之大浦則便利實多，隴海路因之增加出進口貨運不少（見海關報告）。况初步完成，已具規模，再向上發展，自屬甚易。

此次工程，由荷蘭治港公司承辦。中間因技術上之困難，經過數次失敗，幸該公司百折不回，不惜重資，終得最後之成功，良足珍視。

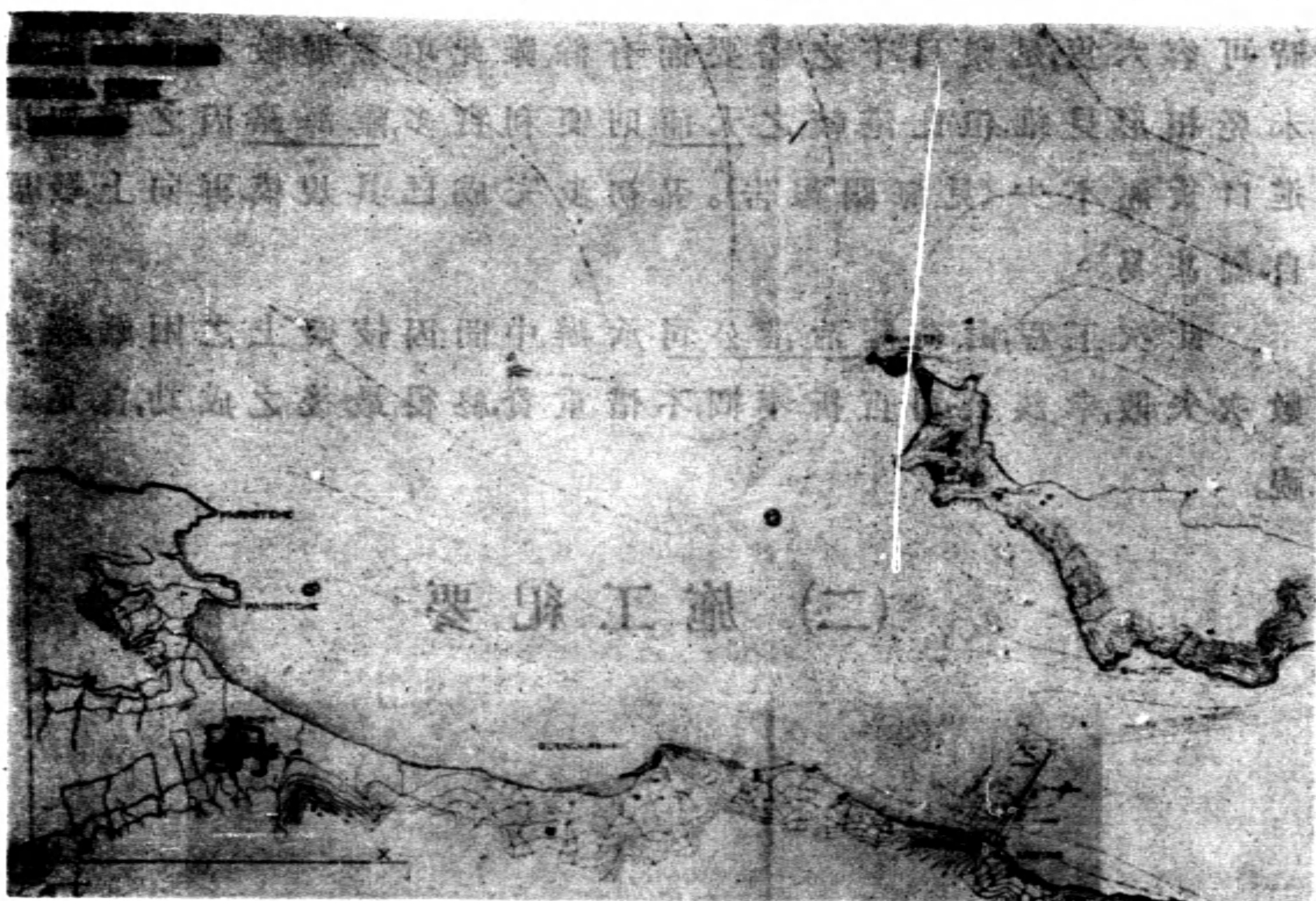
## (二) 施工紀要



圖(二) 一九三二年春未開港前之老窩漁村，由東向西望



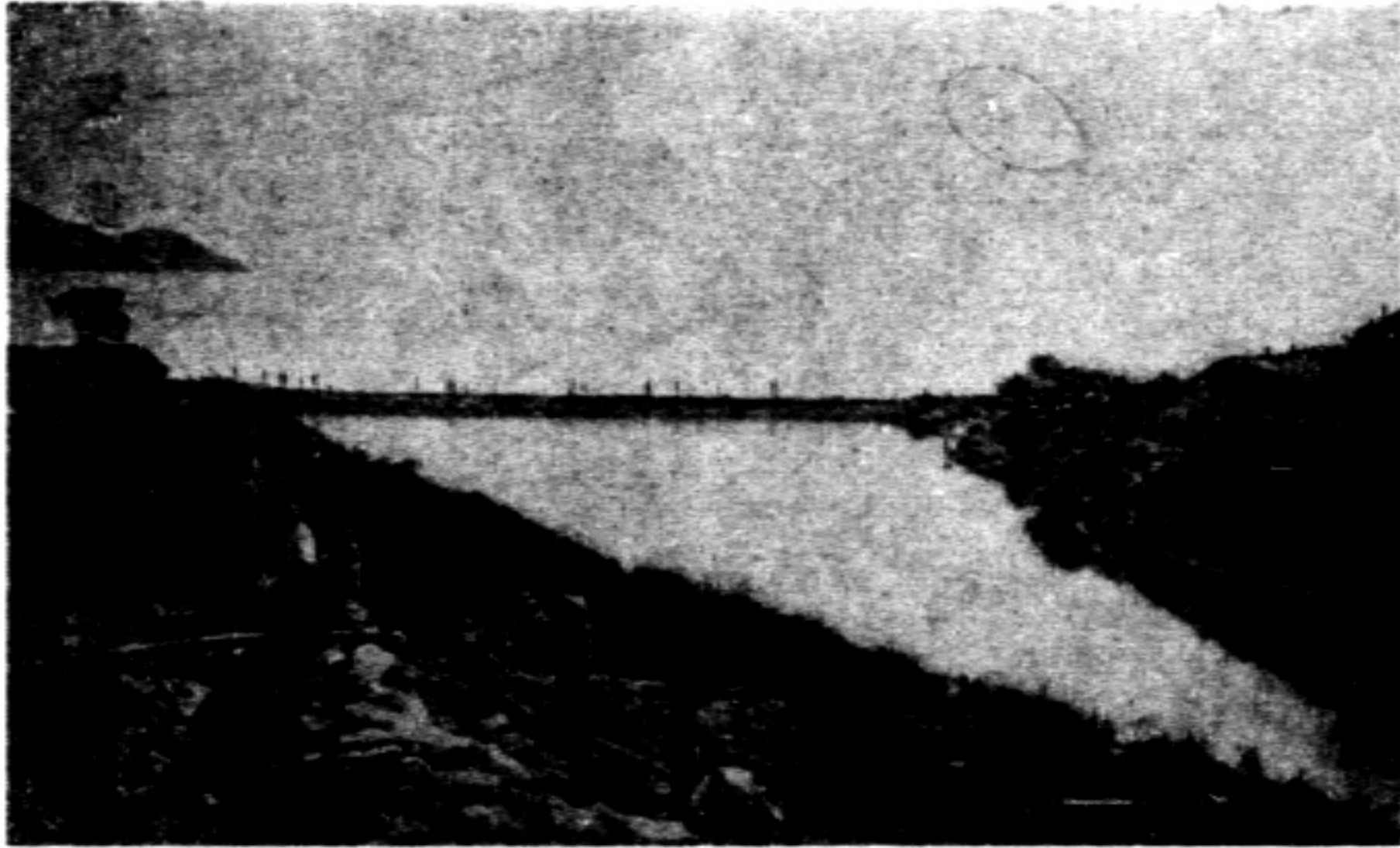
圖(三) 一九三二年春未開港前老窖漁村,由西向東望



圖(四) 連雲港形勢

#### (甲)預備工程

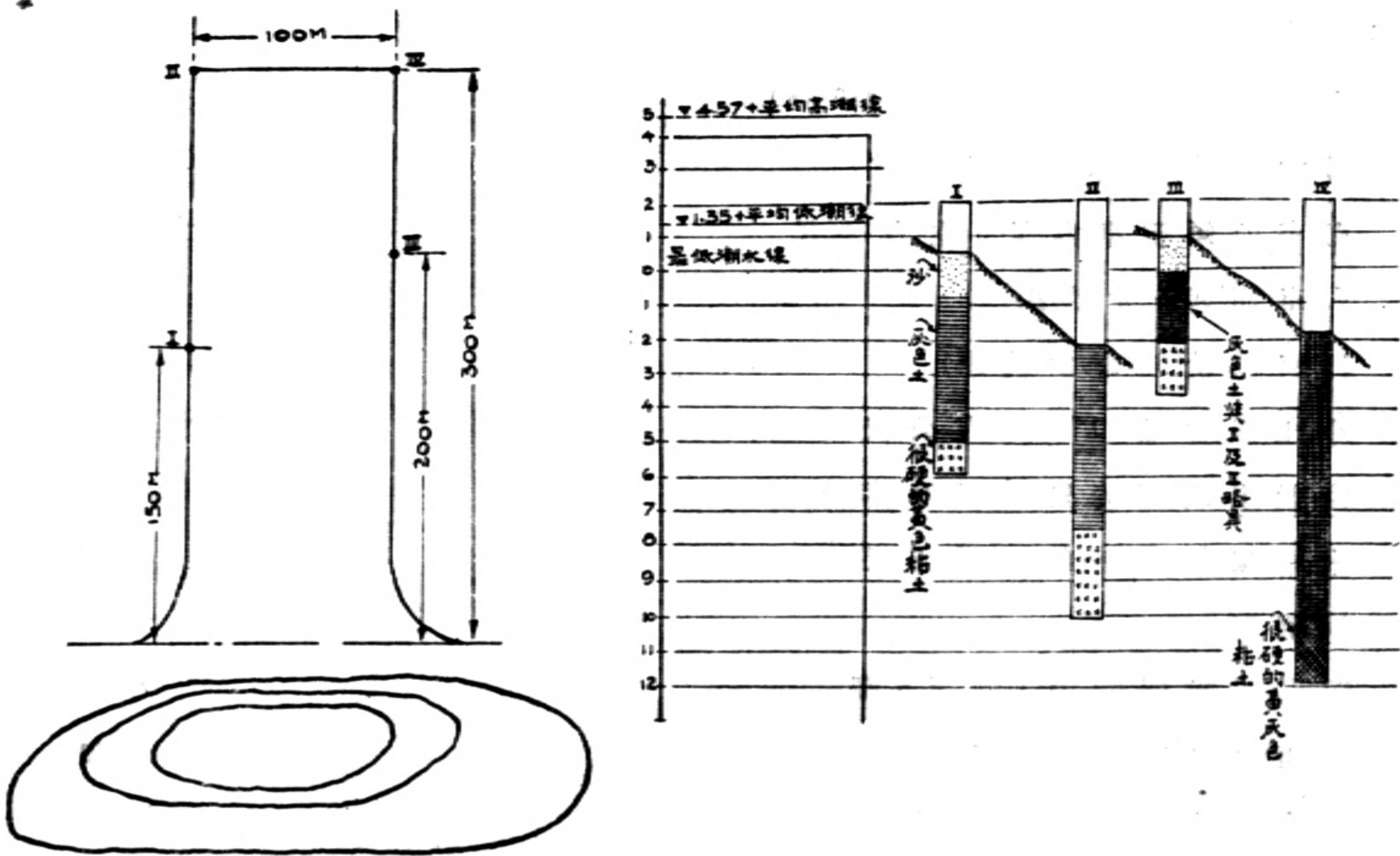
合同於 1933 年五月簽定後,承辦人荷蘭治港公司即行招集職員,赴老窖工地(圖二至四),預備一切,遣調船駁,鳩工庇材,設立工廠,建築房屋。因該地缺乏淡水源泉,並須相度地勢,建築蓄水壩,(圖五及六)收集雨水,安設自來水管,以供工廠及船上一切蒸汽機爐鍋之用。自四月至八月(1933)各項預備工程,先後告竣。而碼頭正



圖(五) 容量一萬二千噸之蓄水池



圖(六) 進行中之水壩工程



圖(七) 海底地質鑽探結果(一九三二年冬)

工程,於七月一日宣告開工。爲略示工作範圍,以供參攷起見,茲將內部較著機件工具等設備,分載於次:



## (一)水面設備:

挖泥船,每小時可挖泥 500 至 600 立方公尺	一艘
載泥鐵駁,容量每隻 210 至 350 立方公尺	四隻
載貨鐵駁 (Elevater barge)	一隻
載煤鐵駁	一隻
起重機鐵駁,起重 5 噸	一隻
水面打樁鐵駁	一隻
平面鐵駁	二隻
傾石鐵駁,容量 100 立方公尺	四隻
水面起重機,能力 60 噸	一隻
蒸汽拖輪, 2-250 馬力, 1-150 馬力	三隻
小柴油拖船,90 馬力	一隻
小汽油艇,20 馬力	二隻
潛水船	二隻

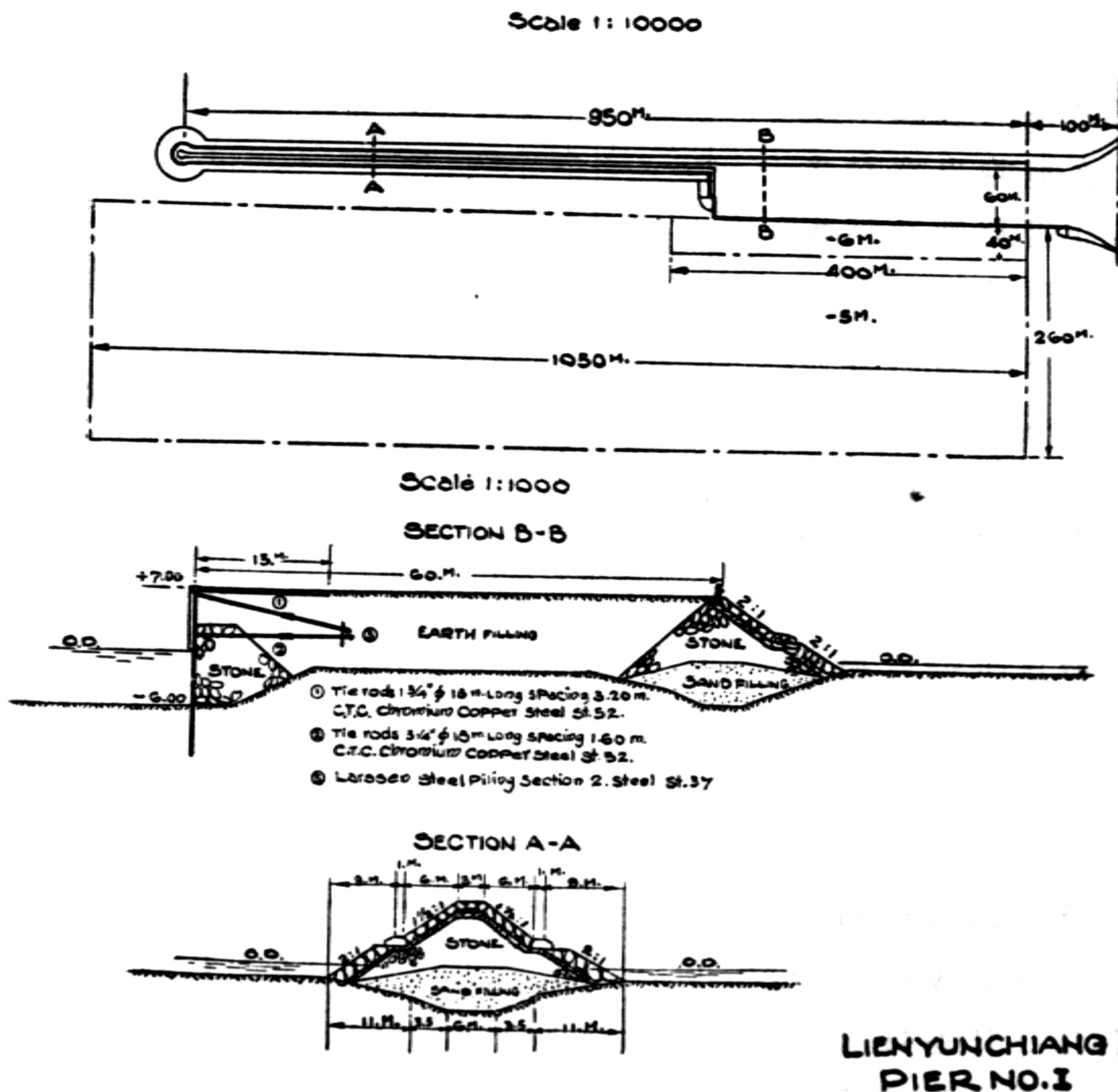
## (二)陸上設備:

火車頭(90 公分軌距),馬力 150-160	四隻
四十五磅鐵軌(附岔子 35 付)	5500 公尺
克勞伯傾倒車,容量 5 立方公尺	四十五輛
火車頭(60公分軌距)	一輛
輕便鐵軌(60 公分軌距)	1950 公尺
小土車,容量 0.75 立方公尺	三十五輛
摩銳生式打樁架(打鋼板樁用)	一架
木樁架,打木樁自 60-75 英尺	二架
拔樁機	一個
蒸汽起重機,能力 3 噸至 5 噸	八架
手搖起重機,能力 1 噸	一架
柴油交流發電機,80 KVA	一座
柴油直流發電機,20 KW.	一座
汽油壓氣機,氣鑽設備附	二架
製冰機	一座
機器修理工廠	一所

木工廠	一所
材料零件庫房	五所
公事房	一所
醫院及病房	一所
職員住宅	八所
工人住宅	二棟
蓄水池,容量一萬二千噸	一處

(乙)一號碼頭工程

設計 在成立是該項合同之先,承辦人根據已往測量'設計'

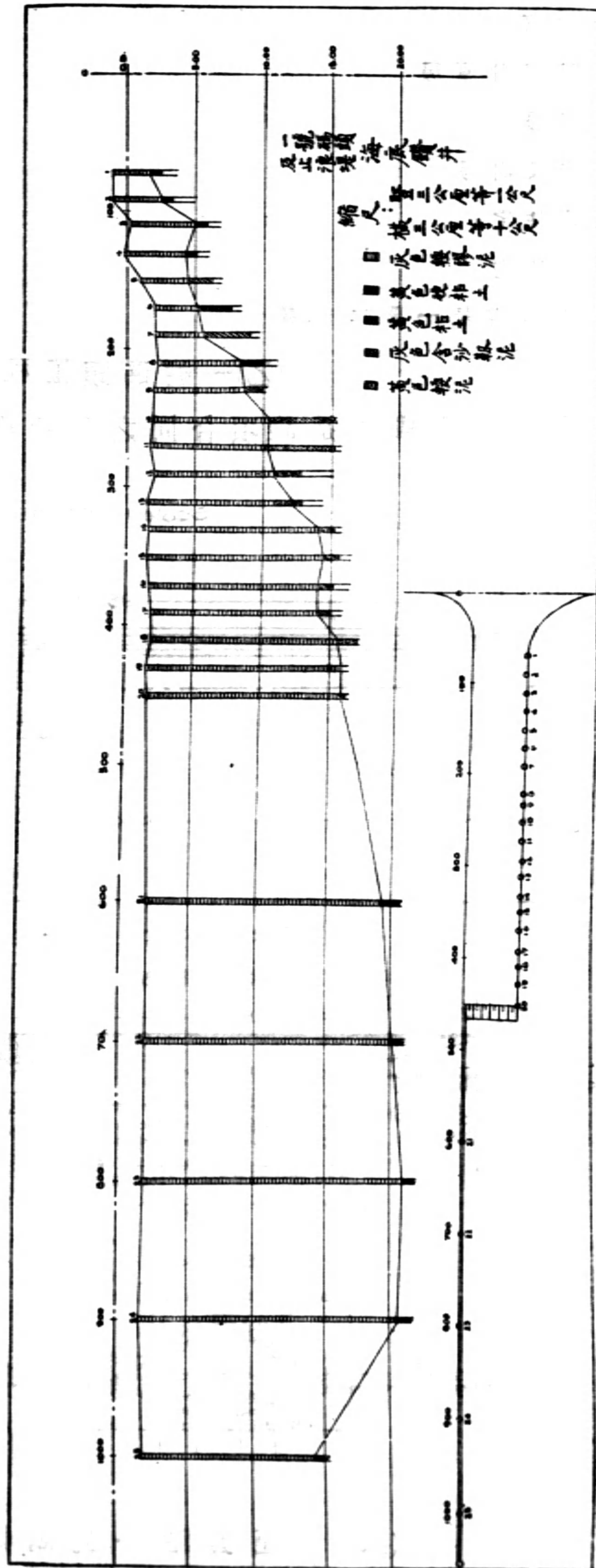


圖(八) 連雲港一號碼頭設計圖

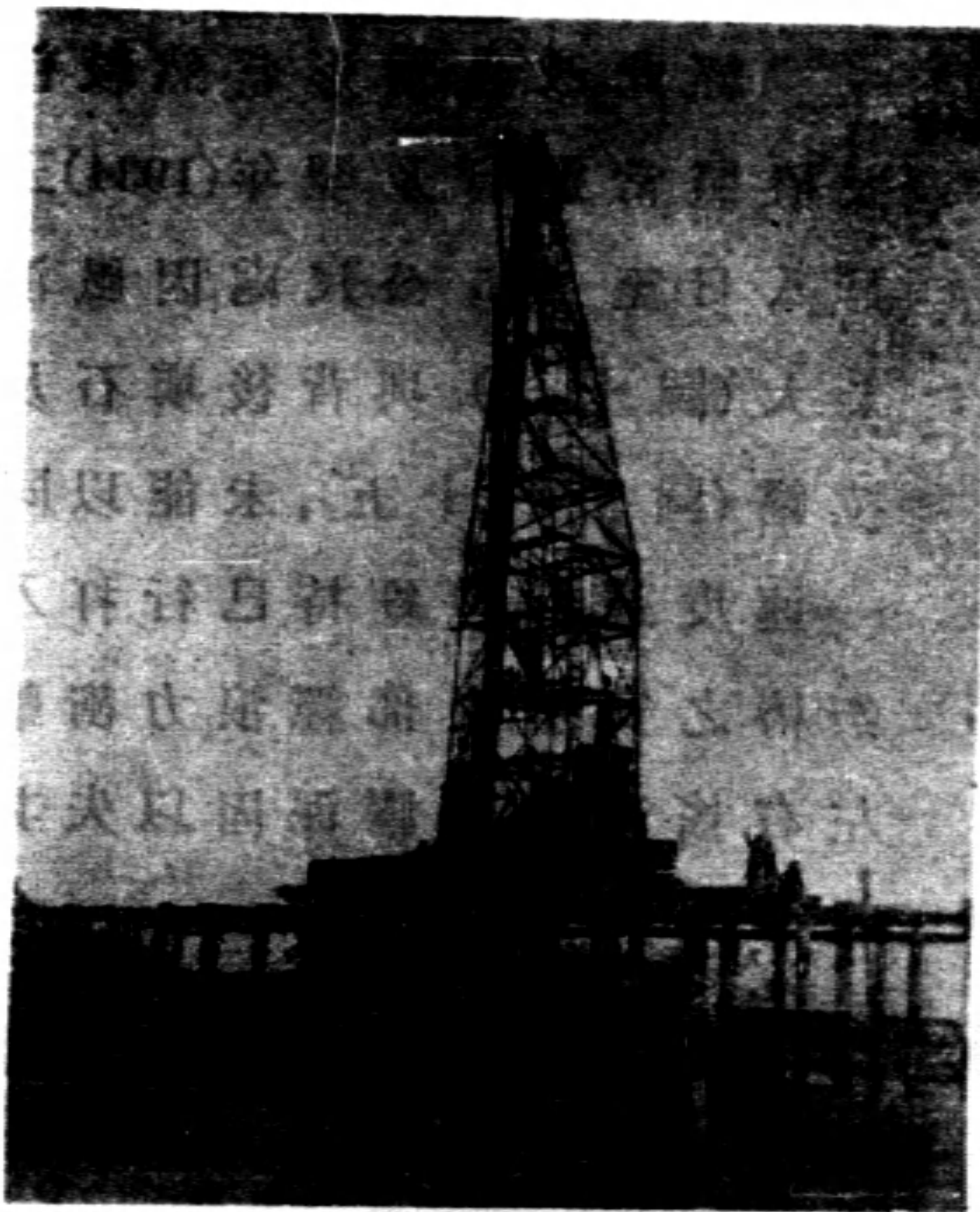
報告,及最近路方供給海底鑽井記錄(圖七),作一號碼頭之設計,見圖(八)。

鑽探海底及施工 在工具運到後,先實行鑽探海底,以證驗以前之報告。據鑽探結果(圖九),預定碼頭地點,海底膠泥之深,與該泥承重力之弱,均出意料之外,欲得原設計鋼板樁牆預計之安全,無異緣木求魚。然所需「賴生」式鋼板樁(Larsen Pile)已由德國製造廠購定,裝輪待發,而改良計劃,亦無經濟辦法,事勢所趨。惟有勇往邁進之一途。

當八月(一九三三年)鋼板樁由外洋輪船運到,及一切預備工程完成後,即於十月一日進行打入鋼板樁工作(圖十及十一)。



井鑽海底海堤浪止及碼頭一號 (圖九)

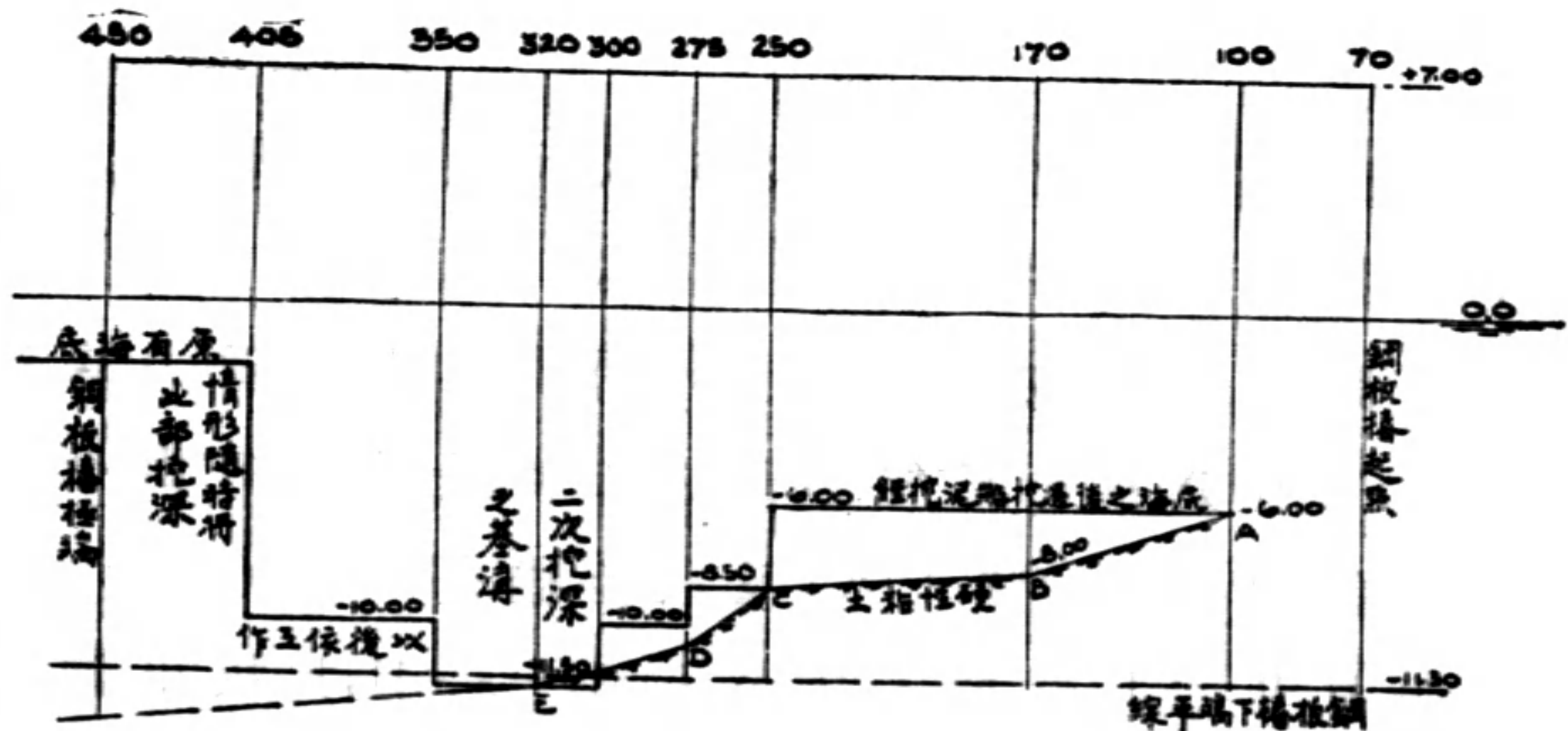


↑圖(十一) 因錨牆工作不便將打樁架自板樁後移臨時木架上

←圖(十) 打樁工作開始進行

板樁開始打下部份,因海底黃土硬度太大,需時較久;距岸愈遠,打入愈易,復以其太易恐不堅牢,遂決定自 250 公尺起,用挖泥船將此外基溝膠泥挖去,換填海沙;其深度依海底硬土層漸增(圖十二)。

附註:  
A與B之硬土層是使打樁工作中查得  
C D間E之硬土層是從挖泥工作中發現  
在距岸三百公尺處曾打下木質試樁一  
根至零下一〇.三〇公尺能承重三六噸。



鋼板樁基溝加深縱剖面圖  
一九三四年一月七日  
縮尺: 橫四十分之一 豎四十分之一

圖(十二) 鋼板樁基溝加深縱剖面圖



圖(十三) 打樁架下之波浪

經此改良,情形當然較佳,板樁照常進行,及翌年(1934)三月八日至 265 公尺處,因風浪太大(圖十三),與背後填石及拉錨(圖十四,十五),未能以同一速度進行,以維持已行打入板樁之安全,上部經浪力衝擊,左右搖蕩,內部膠泥因以失其



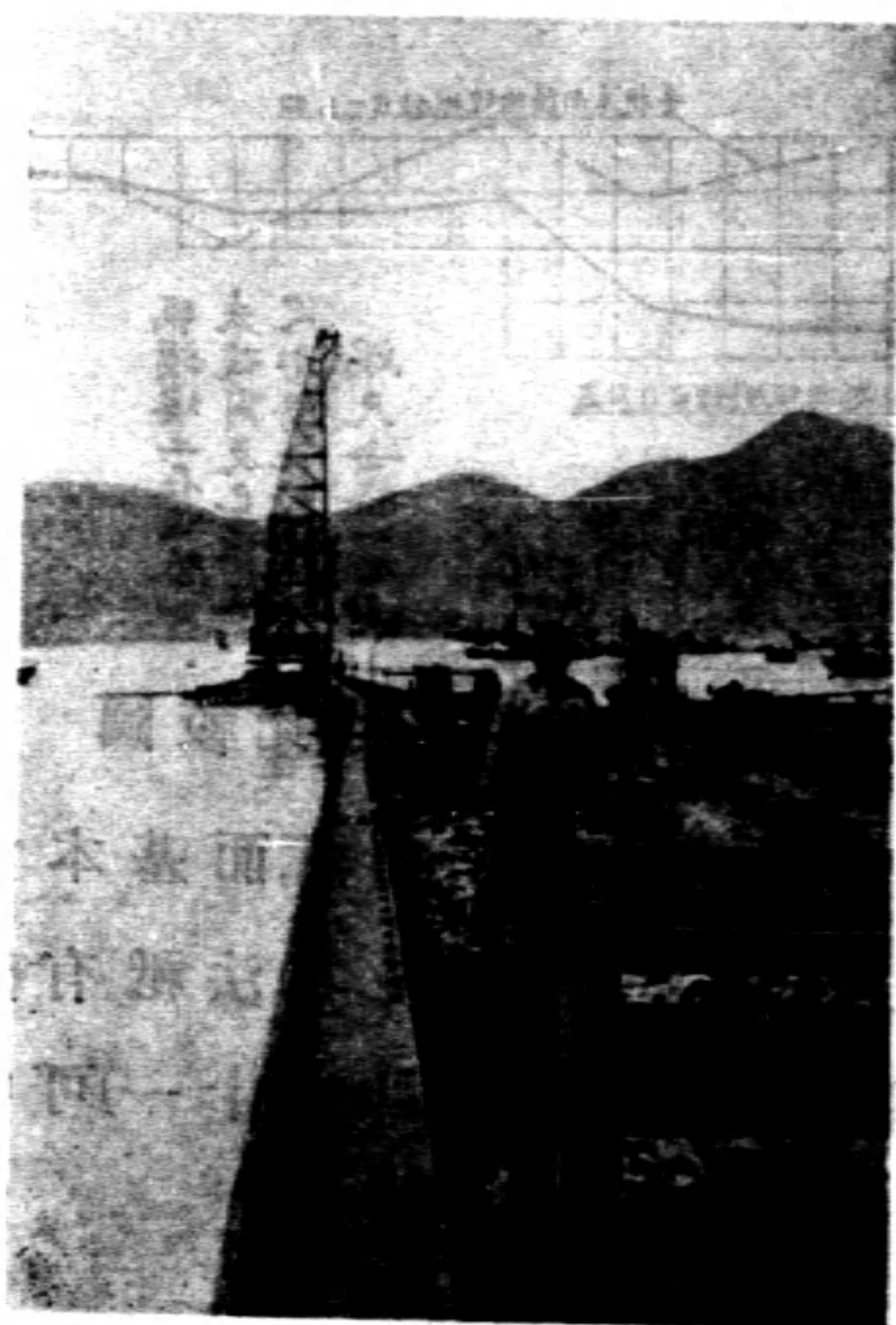
圖(十四) 錨 牆



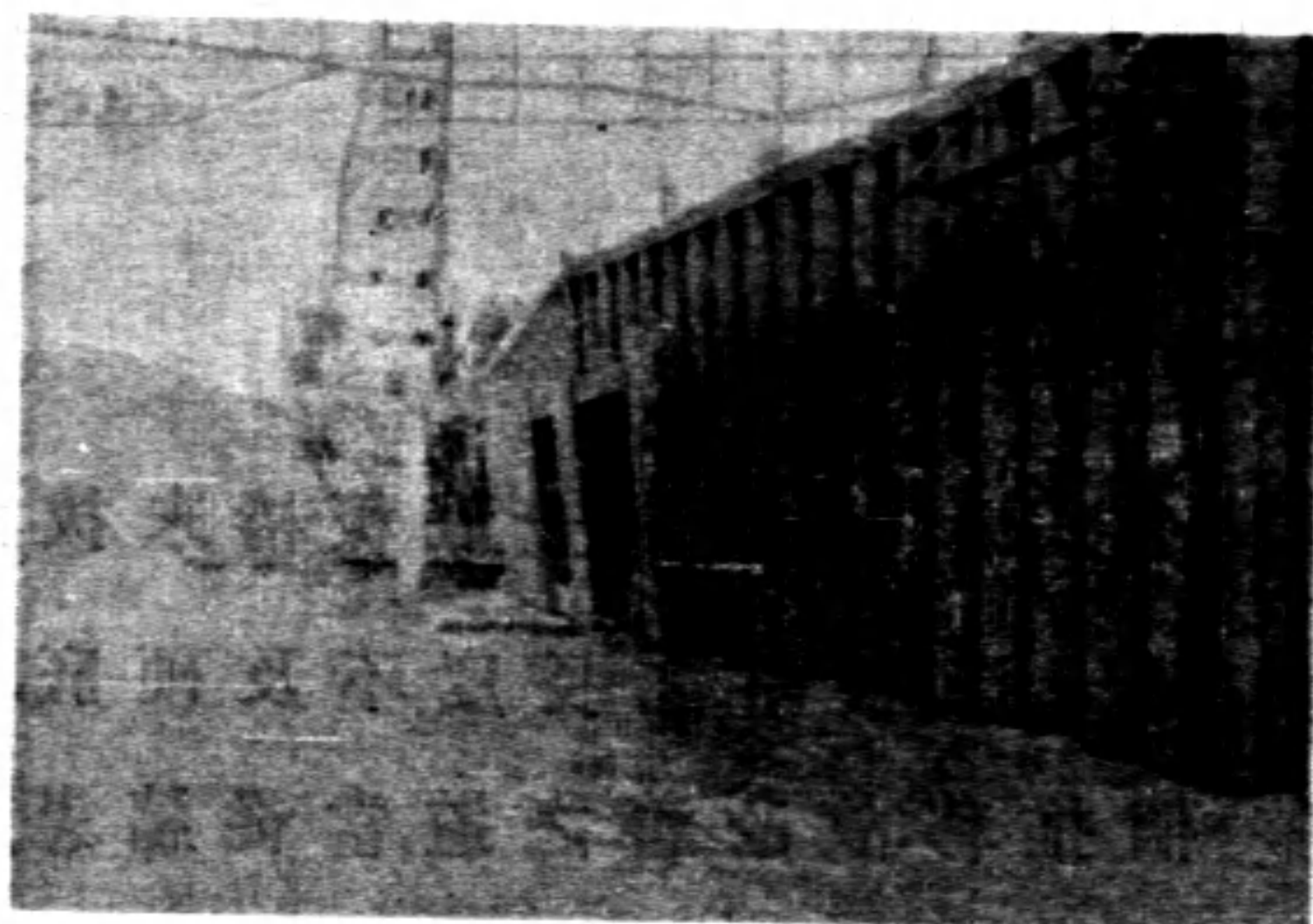
圖(十五) 錨牆及拉鉚

固定內力,自 210 至 265 之 55 公尺板牆,經此壓力,向外移動,造成不可收拾之局(圖十六及十七)。

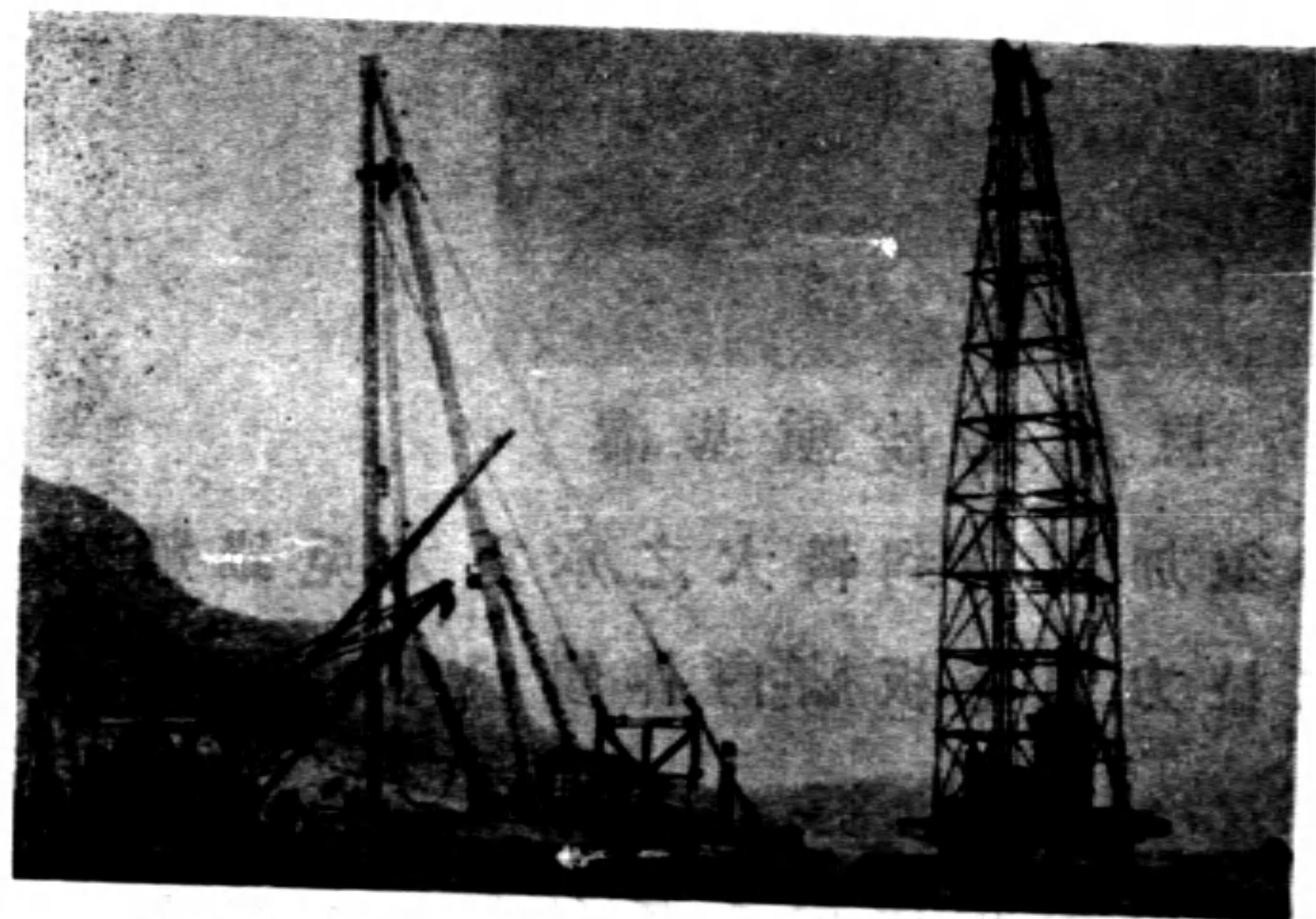
**第一次失敗之補救** 經過上述失敗,當力謀補救之道。其第一步工作,為拔出已經移動之板樁。於是先行由烟台調運水面起重機(能力 60 噸)(圖十八)及拔樁機各一具(圖十九),於一九三四年四月廿六日開始工作,至五月十一日,共拔出鋼板樁 157 根;計由距岸 265 公尺拆至 203.60 公尺處。又此段移動之板樁,不但上部向外斜出約 2—3 公尺,下部亦向外整個推出約 0.50 公尺。拔出後之板樁下端,未能推動者,經此扭力,變成弓形,而板樁後之泥土(圖二十)(甲),在板樁拔出後,向(乙)流動,填成較平之海底,其息度之小,可以推知,原來設計,假定海底膠泥之息度為 30 是乃大誤。



圖(十六)移動後之板牆(一)



圖(十七)移動後之板牆(二)

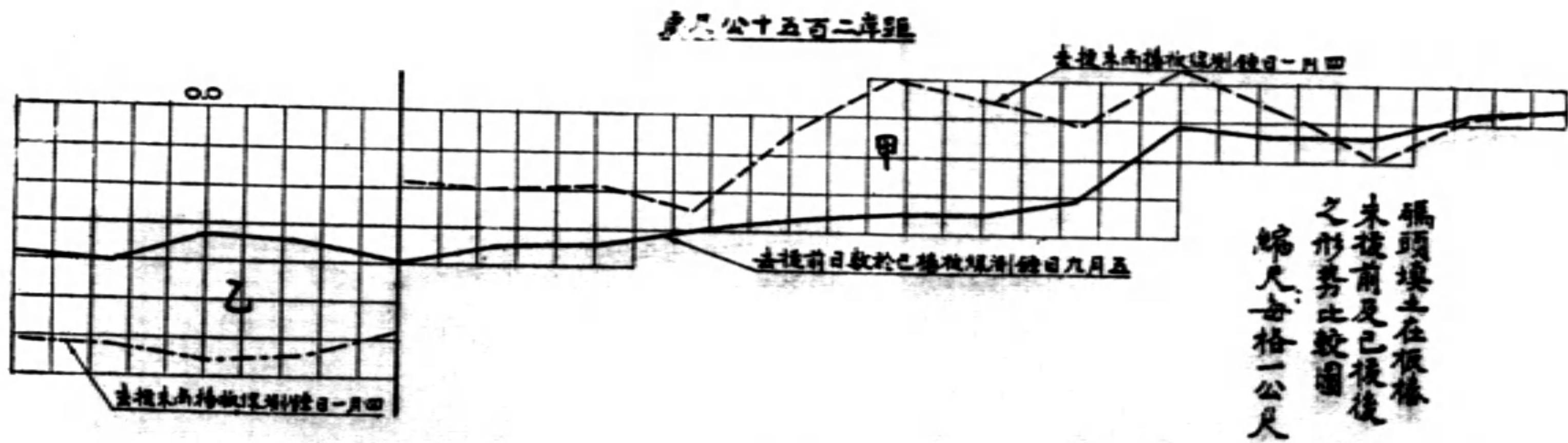


圖(十八) 能力 60 噸之起重機



圖(十九) , 拔 椿 機

第二步工作,為計劃如何改善設計,與工作方法,庶'可使用原有之材料,得到較大之安全。唯查第一次所以失敗之由,完全為海



圖(二十) 碼頭填土在板樁未拔前及已拔後之形勢比較圖

底淤泥太深,板樁之長度不及硬底,背後雖有錨牆拉桿,而基本浮動,整個推移;故改善之道,當從牆基上着手,了無疑義,其法祇有將基溝加深,挖去海底軟泥,以至硬土,然後換填海沙(圖二十一)可得



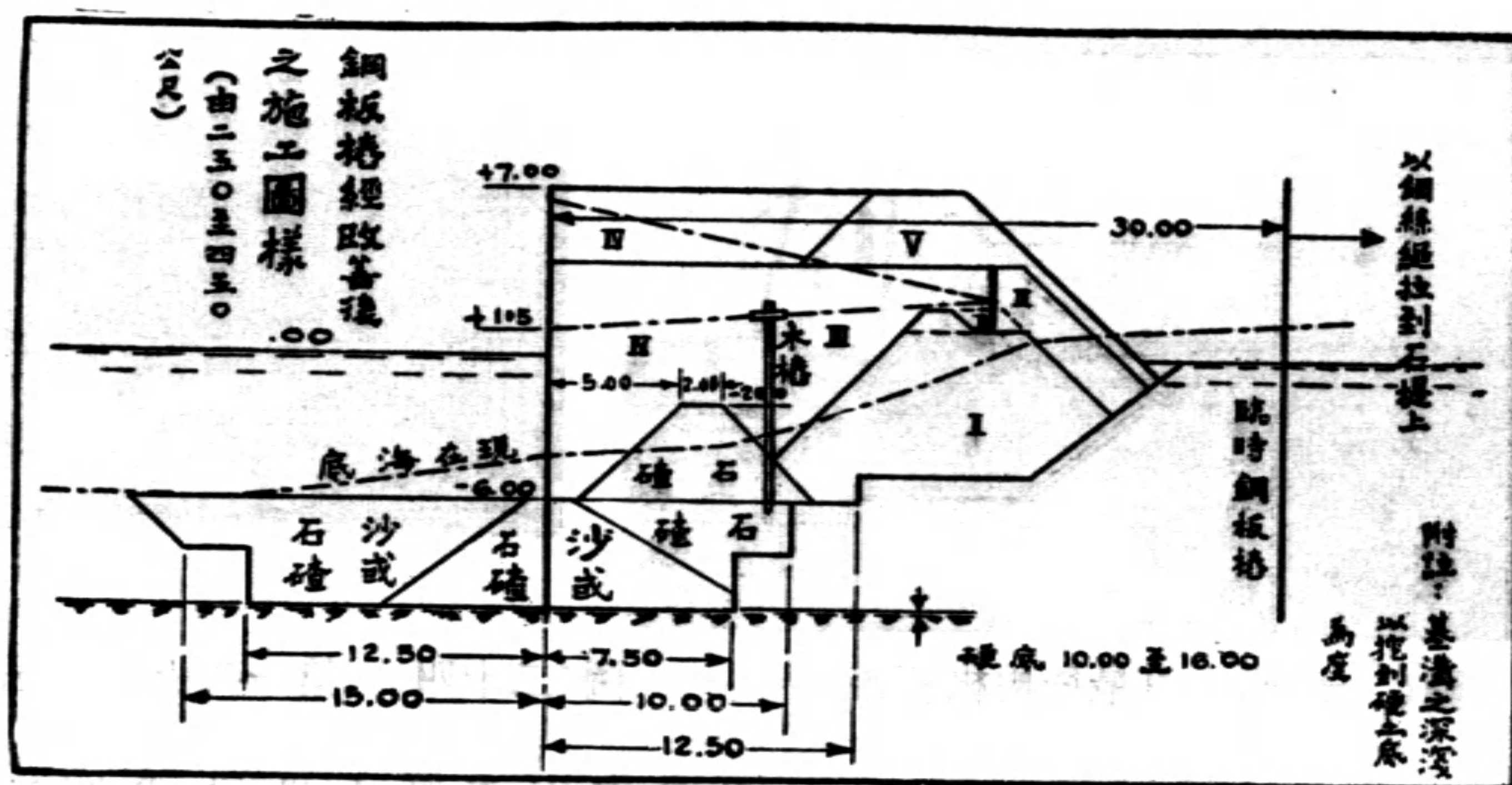
圖(二十一) 風船運沙填基溝

較大之阻力。而背後基溝,亦須加寬,得到較大之承重力,免錨牆下沉與走動,然後可獲較大之拉力,而免板牆內外傾斜。本此原理,改善施工計劃如圖(二十二)。

復根據上項圖樣,按理論計算板樁安全係數,得下列結果:

- |                   |              |
|-------------------|--------------|
| (一) 底在零下 12.50 公尺 | 板樁安全係數為 0.89 |
| (二) 底在零下 11.00 公尺 | 板樁安全係數為 0.79 |
| (三) 底在零下 10.00 公尺 | 板樁安全係數為 0.98 |
| (四) 底在零下 8.50 公尺  | 板樁安全係數為 1.24 |

由此可推知,硬底在零下 6 公尺處,板樁之安全係數,至少當



圖(二十二) 鋼板樁經改善後之施工圖樣

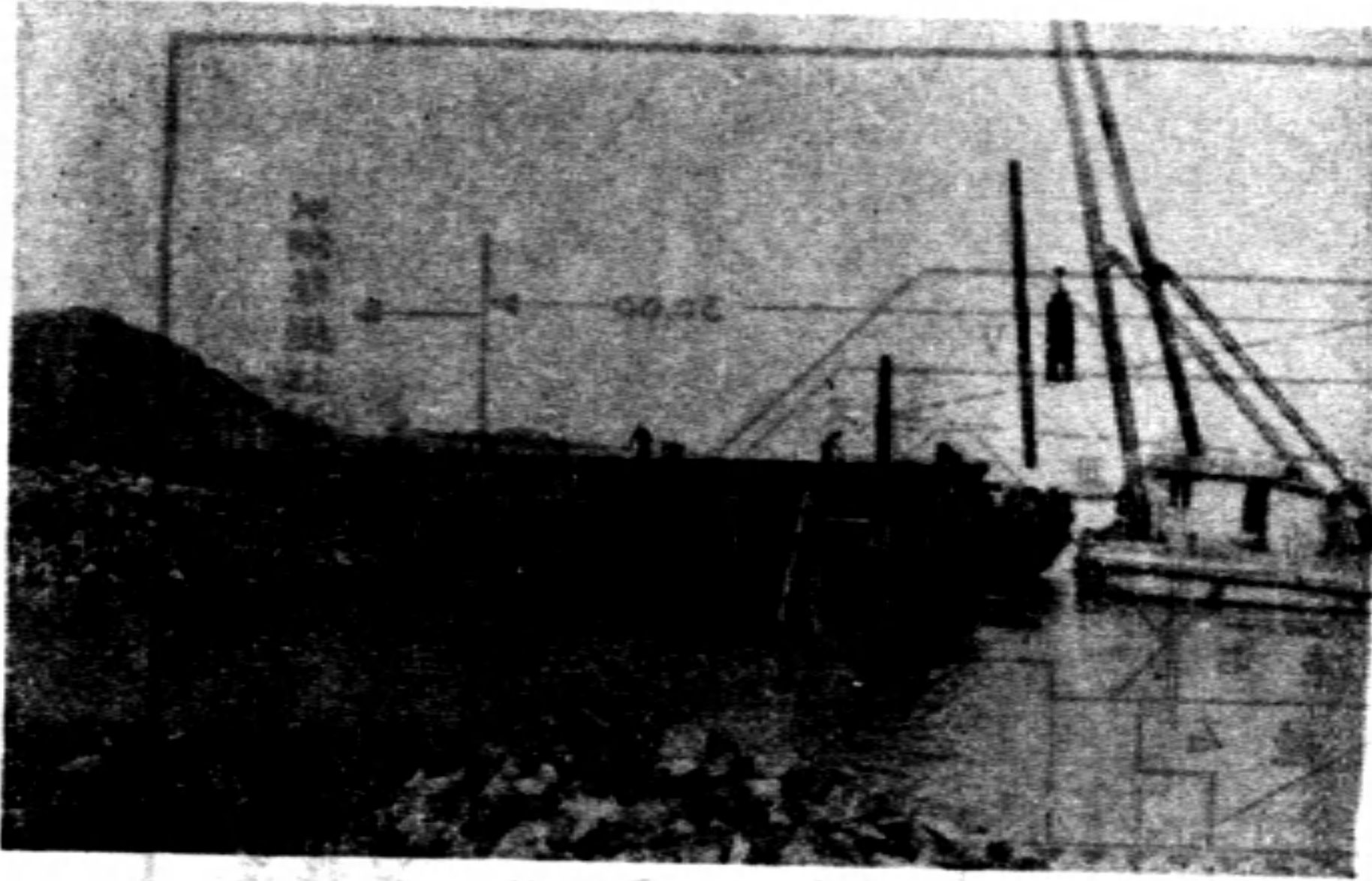
較 1.50 為大,不致再有失敗之虞。而鋼板本身之應力,亦由因軟泥所得  $2800 \text{ Kg/cm}^2$  經換填沙後,減至  $2400 \text{ Kg/cm}^2$ ,對此特種鋼(Copper resista),不為過大。

工作程序,為先在碼頭中心(距鋼板樁邊線 30 公尺)打入臨時板樁牆一道,其上部錨拉在東邊止浪壩石堤上,藉以阻止外部膠泥,在挖深基溝及未用沙填平以前,向溝中流入臨時板牆,成相當長度,然後開始挖泥,如圖(二十二)。復填以沙子及石礫至零下 6 公尺,乃開始打板樁。因鑒以往之失敗,故於背後拉桿未安置妥穩之前,鋼板上部,必暫用鋼絲繩錨拉於石壩之上,同時打入板樁工作,必須暫停,務使二者並進,以策安全。然後按圖示 I 至 V 之次序施工;俟板樁牆一部完成,背後臨時板樁乃酌量拔出,以供正牆之用。

依此工作,除開始與原有板,牆銜接時(一九三四年七月八日繼續打樁工作),感受困難外,餘均進行順利,以至板樁牆完成(一九三五年三月十三日)(圖二十三及二十四)。

碼頭內部填土 海底膠泥息度之小,已見上述。為易於明瞭起見,無寧比擬於奶油,以刀切之,可在 90 度下垂直豎立,若稍加壓



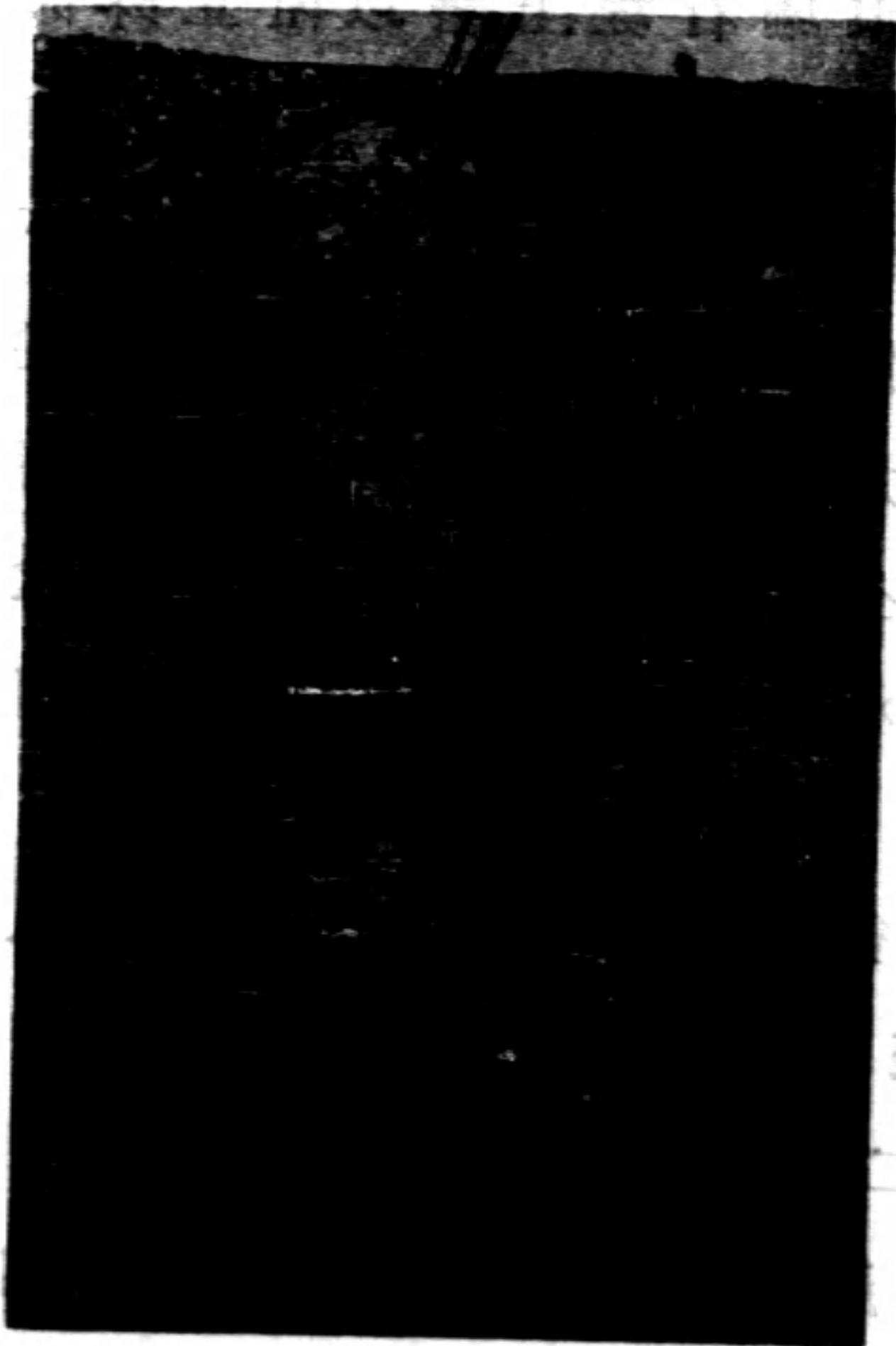


圖(二十三) 打最後兩根板樁



圖(二十四) 第一次板樁工 程完竣

力於上,則全體撲平,故此地膠泥當視作半流質,不可以平常泥土視之。碼頭內部,原在一1.50至一2.00公尺下之膠泥,經三方填土及石塊之壓力,乃向上湧出,可高至零上4.00—4.50公尺,成龜裂形(圖二十五),其流動性可知,但為經濟填土起見,曾試用石塊作堤,使阻該部膠泥向外流出;但結果該項石堤,隨泥流動無補於事。照理此種流毒,是宜宜洩,養癰遺患,後悔莫及,今板樁回牆已成,海底膠



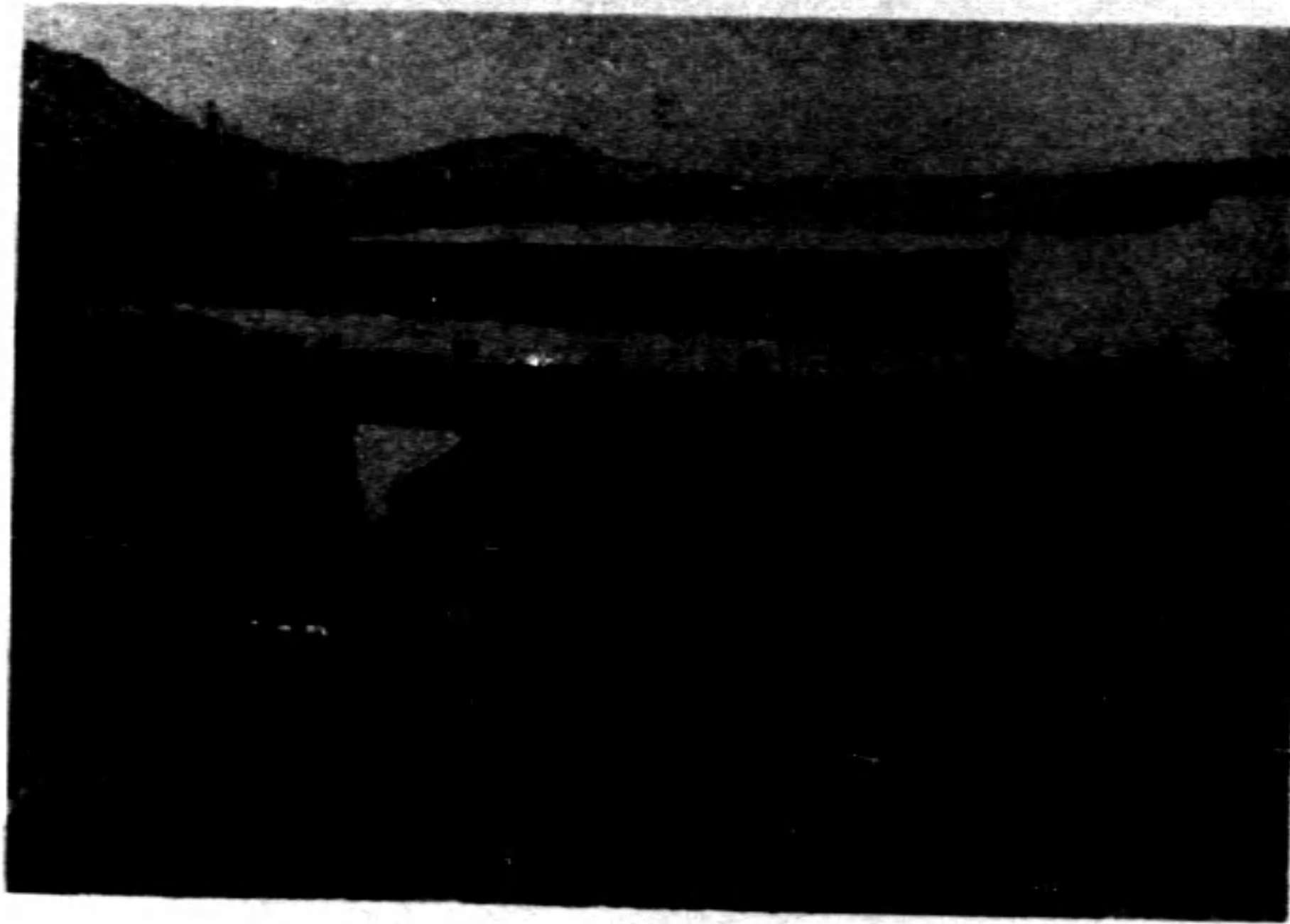
圖(二十五) 由海底為填土下沉推上之膠泥



圖(二十六) 鋼板牆頂上護板脫接

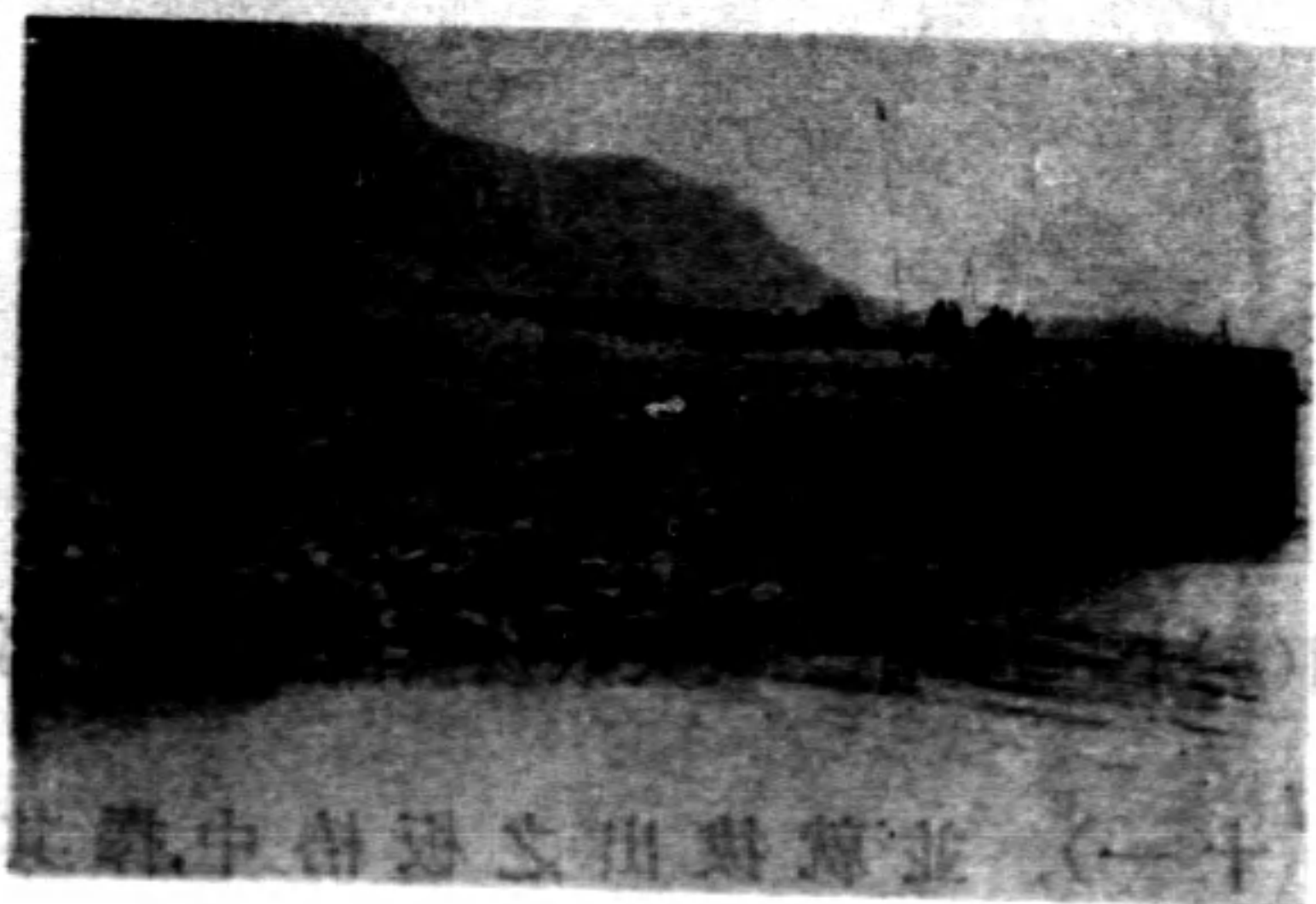
泥,在此重重包圍之下,遂大量向上湧起,齊集碼頭北端漸成龐大水力式的壓力。而接止浪場與板樁回牆之石堤,徐徐被之推動,向外流去,雖在石堤上多加石塊,而橫力過大,石塊重壓,並不生效。加之回牆板樁亦短,阻力甚小,因之後邊錨牆,及板樁回牆,整個隨泥推出,板樁下部,向外走動,又造成不可收拾之局。

第二次失敗之補救 僅回牆走動,猶有挽回餘地其最大壞處,在此段 26 公尺長,回牆對於板樁正牆之極端,成爲旋動臂 (moment arm),一經走動,該項龐大之扭力,對於板樁正牆北端發生之



旋動量,不難想像。因此於一九三五年五月一日下午一時,低潮爲 + 0.60 公尺鋼板樁之應力超過最大限度,在距板牆北端 15.00 及 23.50 公尺處頂板接頭鉚釘切斷,頂板脫開約 58 公

圖(二十七) 鋼板破裂 公分(圖二十六),而脫接南邊第四板樁,並因之破裂(圖二十七)。結果板樁正牆北端向外移動 1.84 公尺,而回牆整個向北移動 1.80 公尺(圖二十八)。回牆盡頭處,並向下陷落約 2.40 公尺(圖二十九),背後填土,因亦隨之



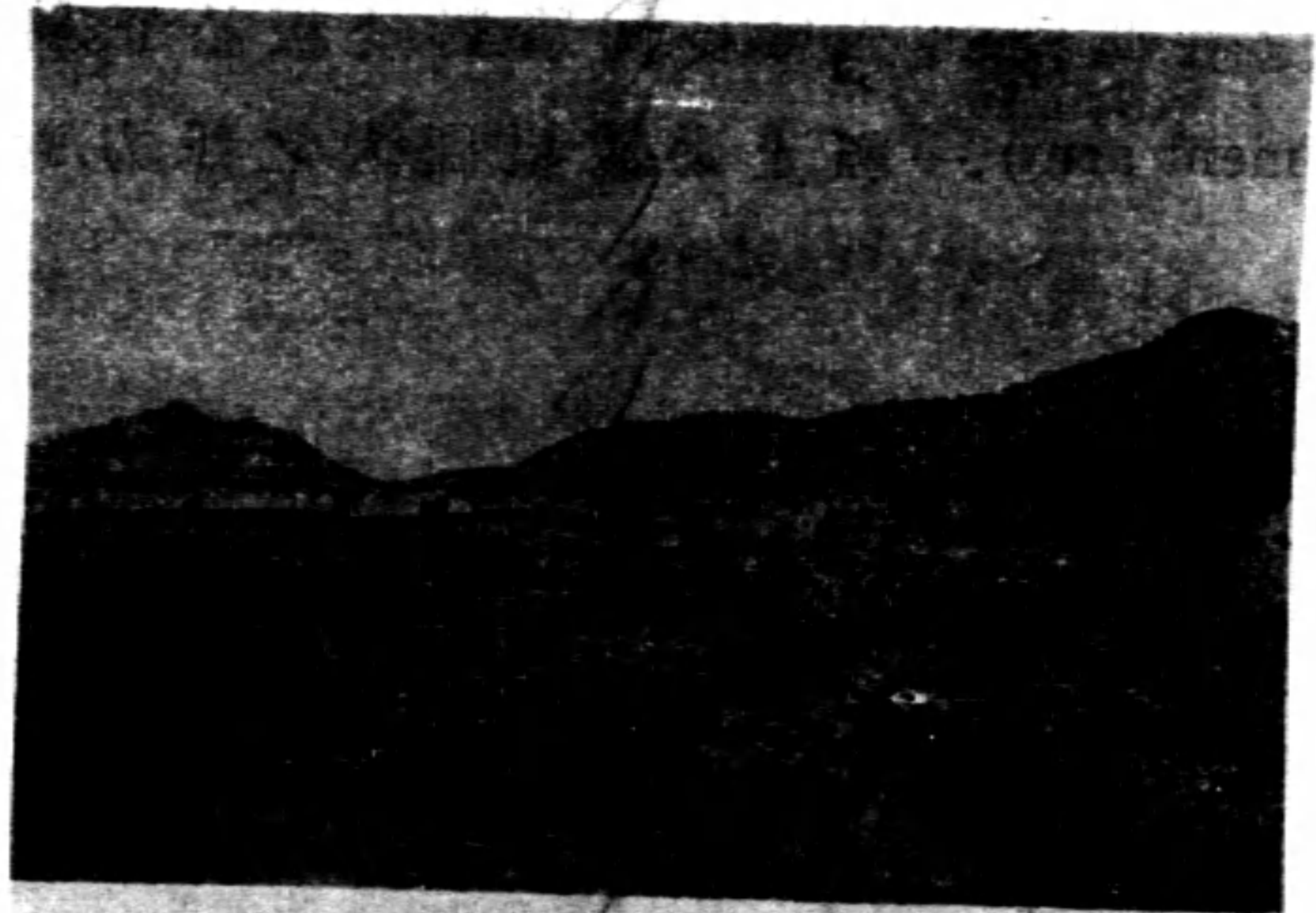
圖(二十八) 板樁正牆及回牆均向外移動

圖(二十九) 板樁回牆外移下沉

場陷(圖三十);完成在即之碼頭,至此竟功虧一簣,殊屬可惜。

雖遭遇技術上之困難,事實上不得不再接再厲,收拾殘局,於五月四日着手挖取該段板樁牆背後之填土,以便拔出已移動之板樁。

其補救方法,經多次考慮後,決定向歐洲再購買36公尺長,板樁牆所需之新板樁36公尺(計88根),以便由板樁原來終點,向北延長20公尺自上頂水平+7公尺,以4:1坡度,向下傾斜,至+2公尺,而回牆之上頂即本+2公尺高度,向東平行,至與止浪壩石堤相遇。回牆板樁外,則用石填平。如是,則背後正壓力既可因坡面而減,而前



面負壓力,亦因填高而增大,其理至為明顯。同時將板樁加長,務期深及硬底(此處硬底在-16公尺處),以臻安全。

補救計劃既定,遂於五月十六日開始拔出已動之板樁(圖三



圖(三十一) 第二次失敗後拔出鋼板樁工作 圖(三十二) 矯直已曲鋼板樁工作

十一), 並就拔出之板樁中,擇其彎曲較小,並無損壞者,加以整理,以便再用(圖三十二)。其有一部可用者,則用二炭炔氣(acetylene)

燒斷，備加長其他板樁。

失敗部份板樁拔去後挖泥船進行工作，除將由缺口處湧出之土石掃清及挖深基溝至硬底外，並引導內部隆起膠泥向外流

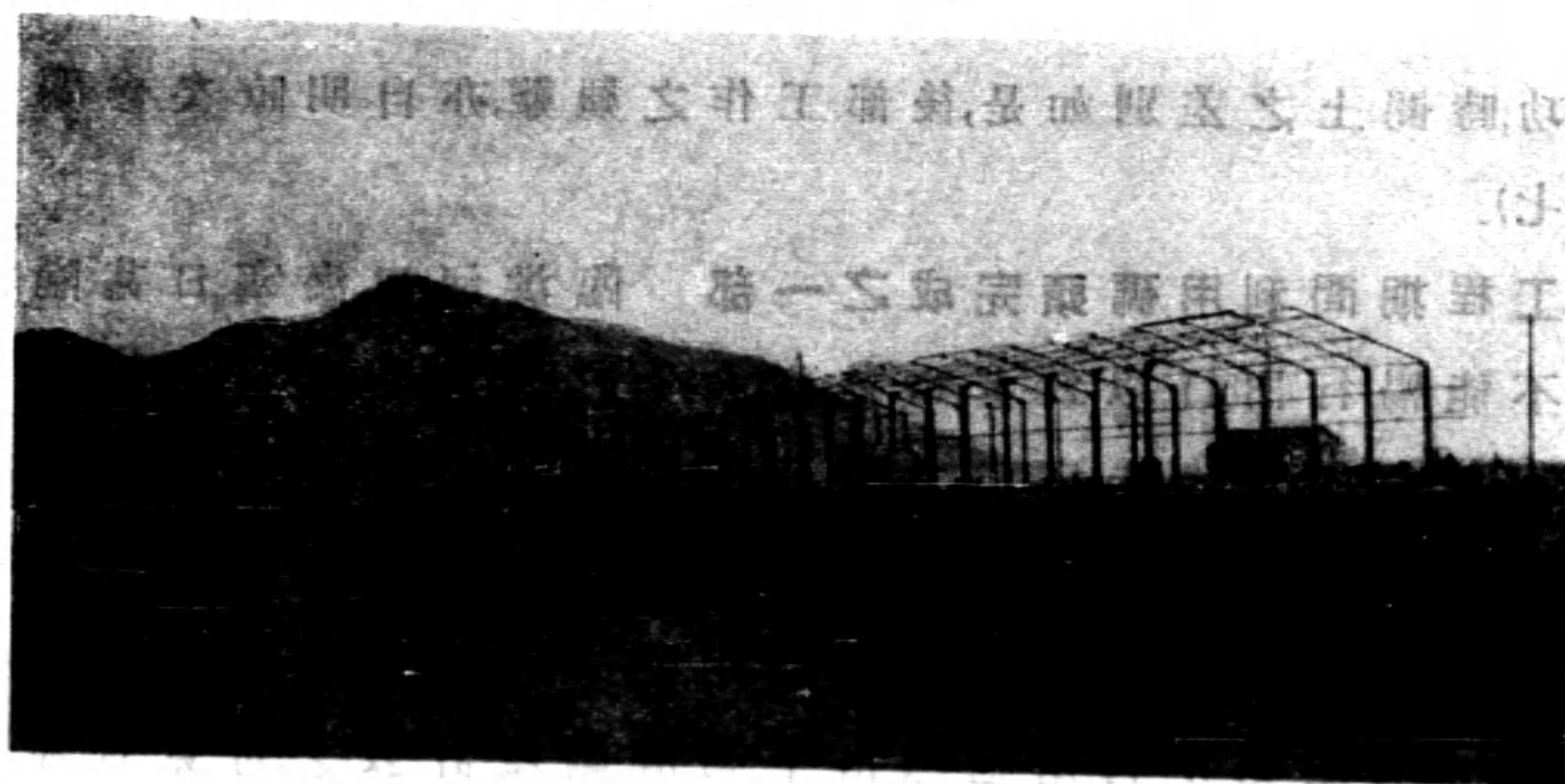


圖(三十三) 攪斗式挖泥機挖取碼頭內部軟泥工作

出，一併挖去(向之截留是項軟泥以節省填土之觀念，至是爲之打破)。其尚遺留之小部，則用攪斗式挖泥機盡量取出(圖三十三)，免再貽後患。

同年八月十五日再行繼續打入鋼板樁工作。因海底硬泥層，由距岸 430 公尺處在 -14.60 公尺，向下傾斜，至距岸 470 公尺處，則爲 -16.00 公尺，而板樁之長，僅爲 18.20 公尺，欲達硬底，則非加長至少 5 公尺不可(碼頭上水平爲 +7 公尺與 -16 公尺之高度差

計 23 公尺)。故本牆之最後九十三根鋼板樁，改爲每五根 18.20 公尺之樁後，緊接三根在下層錨桿工字橫梁處，犬牙錯接，深入硬土。



圖(三十四) 已完成之鋼板格碼頭

回牆之一部並有十根深及 - 19.45 公尺者。不惜工本之結果，遂達到最後之成功(圖三十四)。

板樁回牆上坡，用 100 至 1000 公斤重之石塊鋪砌成平面，免內部填石為風浪所襲(圖三十五)。

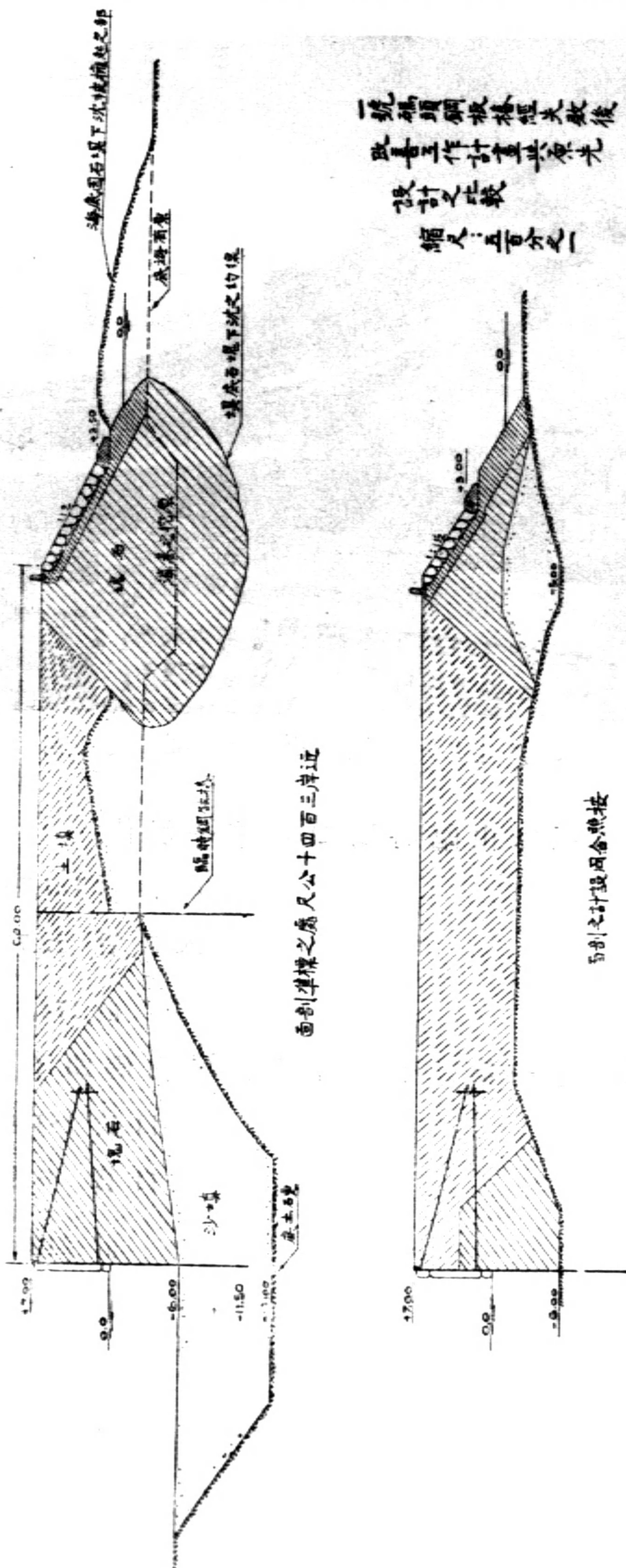


圖(三十五) 碼頭板樁回牆及石坡

**工作時間** 按全部碼頭工程，本預定開工後十二個月完成；但實際上則自一九三三年七月一日正式開工，至一九三六年一月十五日合三十月又半。而所用材料，除鋼板樁僅多用百分之九外，其餘土石沙及挖泥工作，平均約為 2.5 倍(圖三十六)。

碼頭第一船位，於一九三四年十月五日靠船，第二船位於同年十二月廿四日啓用，第三船位直至一九三六年一月十五日方告成功，時間上之差別如是，後部工作之艱難，亦自明瞭矣。參閱圖(三十七)。

**工程期間利用碼頭完成之一部** 臨洪河口淤塞日甚，隴海貨物不能暢行出口，以致本路業務大受影響，於前章業已備述之矣。故在第一船位尙未完成之前，為渡過此項困難起見，路局曾在孫家山建築臨時木樁碼頭一座(圖三十七)，停靠鐵駁，轉向大輪駁運。及第一船位告竣，當然儘先使用，唯以同時不妨工程進行為原則，故仍未能充分利用也。然由下列海關統計攷之，可見貨運一班：



圖(三十六) 一號碼頭鋼板樁經失敗後改善工作計劃與原先設計之比較



圖(三十七) 碼頭全部完成

一九三四年孫家山臨時碼頭及第一船位)

出口貨 151,761.00 噸

入口貨 22,757.67 噸

共 計 174,518.67 噸

一九三五年(第一第二船位並用孫家山碼頭不用)

出口貨 181,434.40 噸

入口貨 68,551.40 噸

共 計 249,985.80 噸

將來本港完成,及路線西展後,貨運發展,不難預卜矣。

### (丙)止浪壩

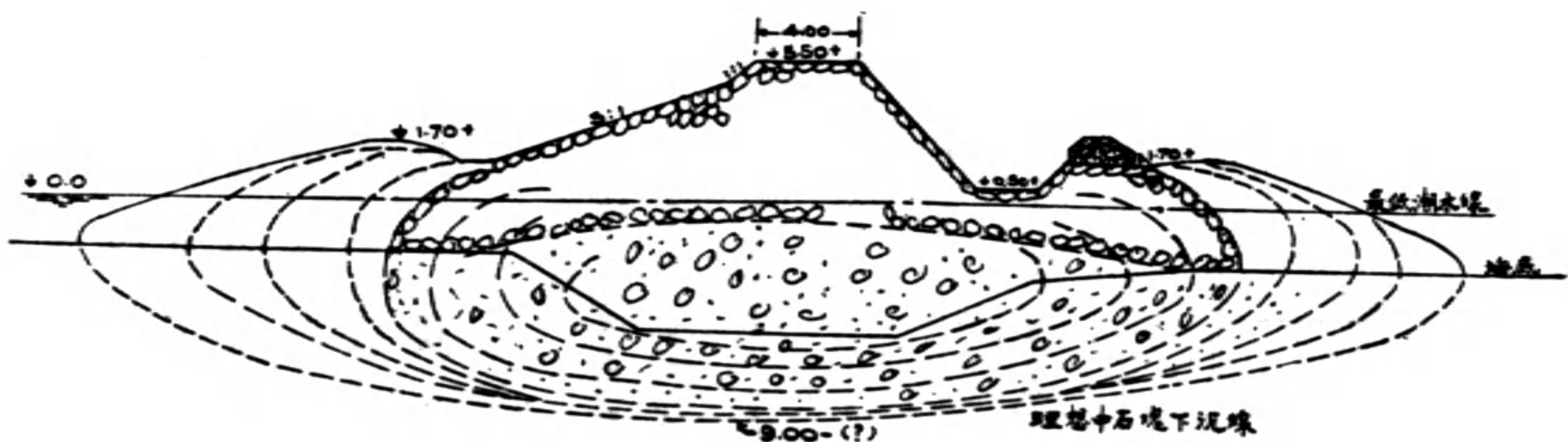
緣起 西連島海灣雖南北兩面,具有天然屏障,但自東北及

•煤船出口不在內,詳後章第二號碼頭。

西北吹來之大風，與遠海傳來之波浪，仍不便於船隻停泊，故欲掩護船隻安全，必築止浪壩。復因每年風季東北風多於西北風，故在經濟不裕之今日，當首先築東邊之止浪壩，其設計已見圖(八)。

一九三三年七月一日正式動工後，即儘先致力於止浪壩工作。期其前進至相當長度，保障西邊一部之安全，而後碼頭打樁工作，方能進行。

石壩下沉 開始部份，按圖進行，距岸既近，而海底硬土層又淺，一切順利，無庸贅述。及至距岸 200 公尺處，海底軟膠泥層漸厚，石壩開始下沉。而當時猶以為膠泥太軟，下沉理所難免，陷至相當均衡地位，當能自止。然事實上，前進距岸愈遠，而下沉愈甚，其尤可注意者，即已填高之石堤，每經一次低潮，必見陷落，故工人整日忙碌，向上起墊軌道，而壩不增高。距岸 270 公尺處之沉陷情形，據觀察揣測，約如圖三十八)所示。

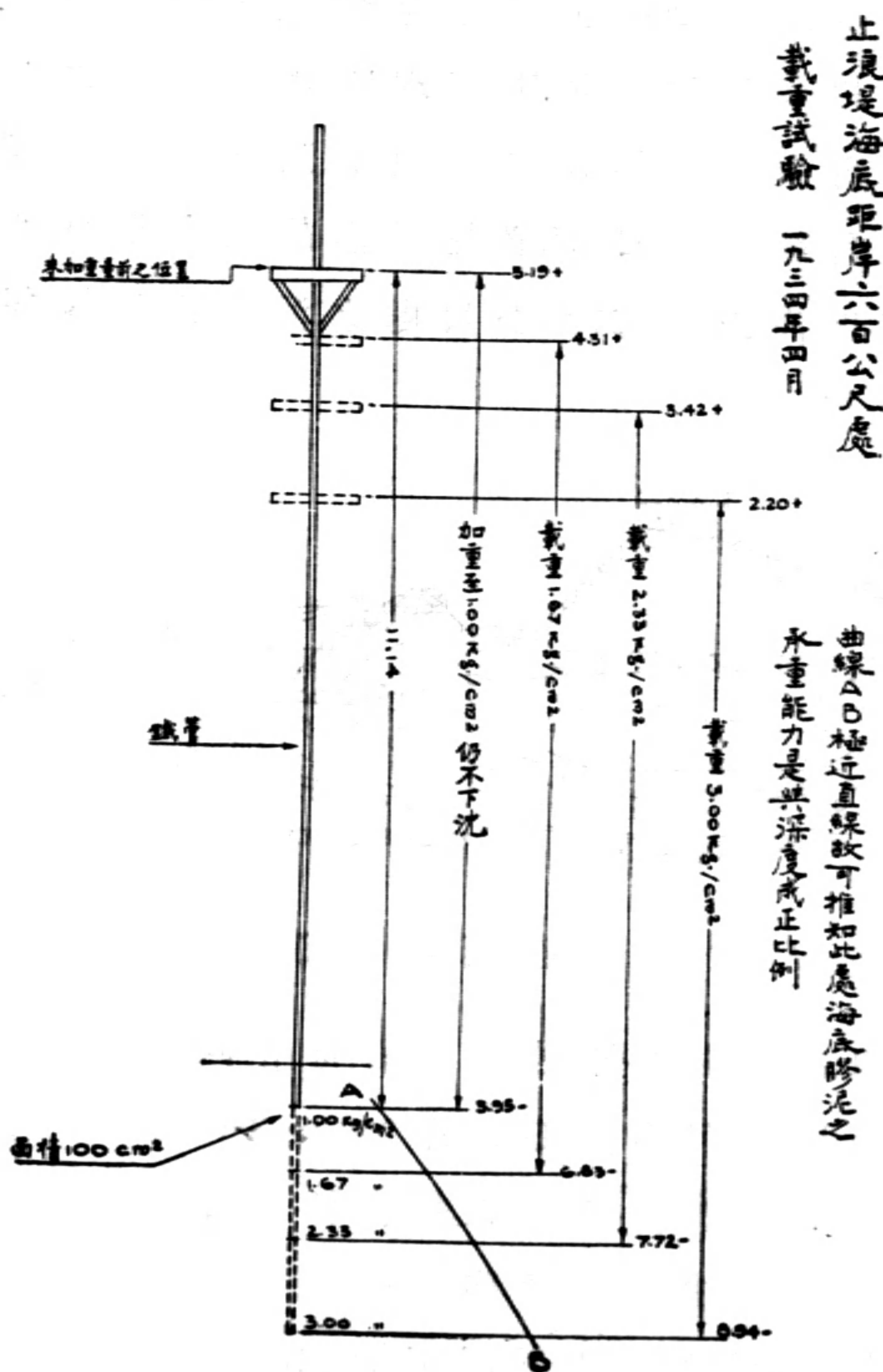


圖(三十八) 距岸 270 公尺處石壩下沉情形

隨後工作益勤，夜以繼日由火車運到之石，每廿四小時，約六百立方公尺，然尚不足敷填高沉陷之部。距岸 250 至 350 公尺一段，如是工作，又經匝月，而石壩下沉，仍不停止。每當低潮，夜靜可聞石塊互相摩擦之聲，白晝可見石塊自行轉移，同時上鋪軌道，隨石徐徐蠕動，有如蛇行，俟其停止，而軌道已下沉與灣曲，非加工起墊，不復能行車矣！至是已廢用多量石塊，尚不能得到預期之結果，殊令人灰心，祇有將此段工程，暫行停止研究改善之道。火車運輸於四



月十六日(一九三四年)晚完全停止十七日仍略下沉,而十八日晨起視之,該段石壩,則巍然如舊,並不再沉。更閱多日,亦無差異。於是知火車在上,日夜奔馳,傾倒石車,振動不休,下沉石塊迄未得相當時間,與此難透水面有黏性之土壤,結不解緣;用是海底泥層動的抵抗力(Dynamic resistance),小於靜的抵抗力(Static resistance);及稍俟時日,有滑油作用之水分,已由石塊表皮徐徐壓出則阻力增大矣。



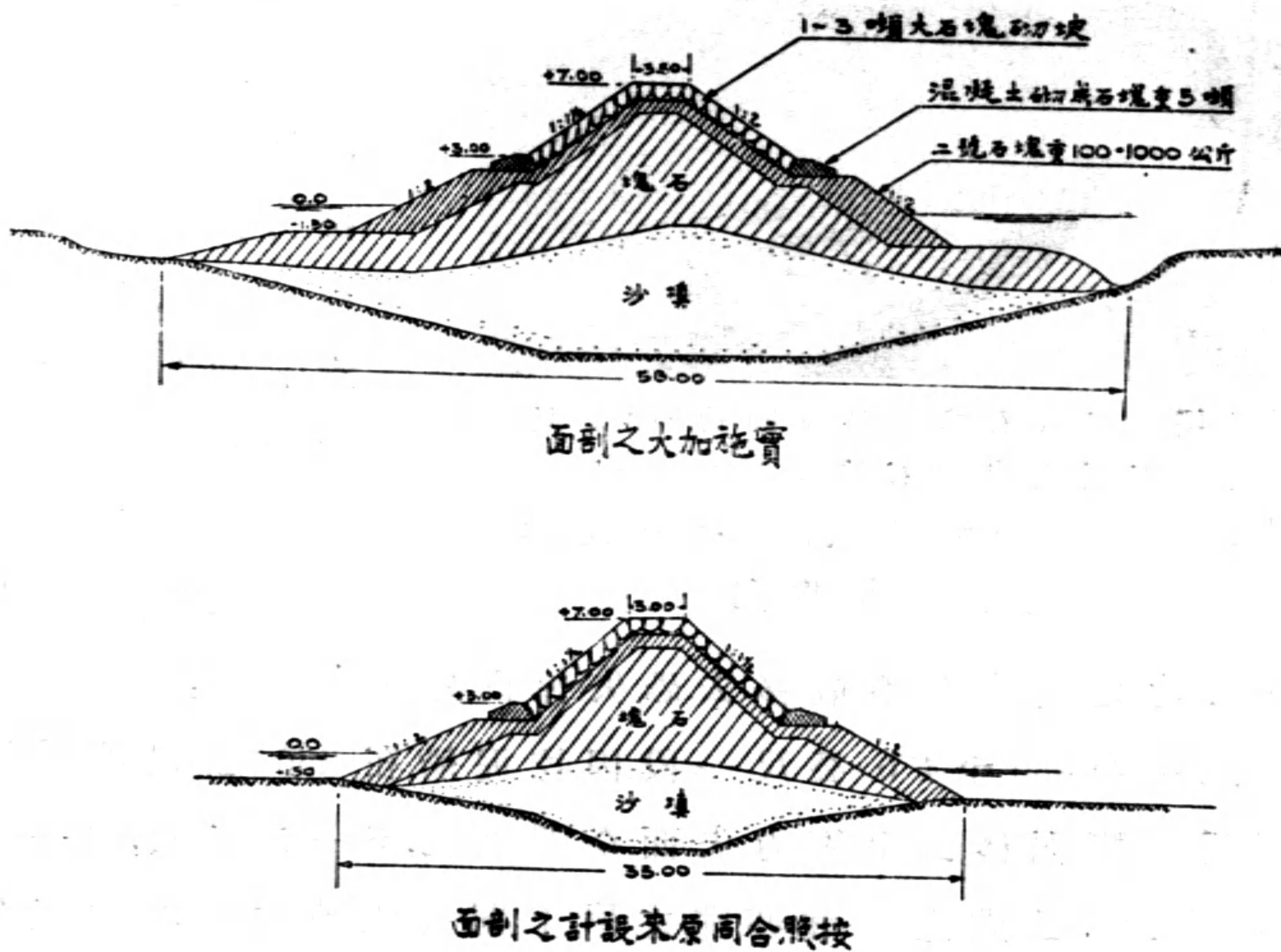
圖(三十九) 止浪堤海底距岸六百公尺處載重試驗圖

自距岸 360 公尺以至 585 公尺一段,用風船運石築壩,則進行如常,雖亦有沉陷,而不甚顯著。尤以 525 至 585 公尺一段內之基溝,已加深後至最低潮下 7 公尺,更少沉陷之虞。

試驗及改善  
夷攷石壩下沉由於海底膠泥承重能力之不足,然究以至如何深度其能力始可勝任是有待於實地攷驗者。

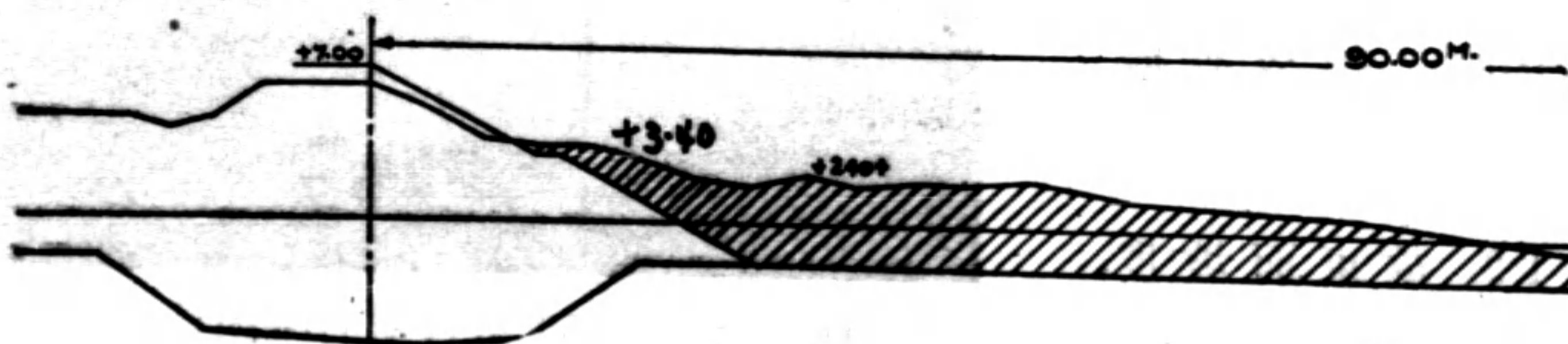
據載重試驗結果(圖三十九),海底泥層在 - 8.94 公尺處每平方公尺可承重量 3000 公噸,而壩

之本身在最低潮時為 23.00 公噸,故若將基溝加寬,並挖深至 -9.00 公尺,當能勝任;本此擬定圖樣,以為前進工作張本。然為慎重起見,暫在 585 至 635 公尺一段,照圖試辦,以瞻其效,結果圓滿,無顯殊之沉陷。故此後進行順利以抵於成然所需之材料,人工,及時間,較原來之計劃,幾多一倍矣(圖四十)!



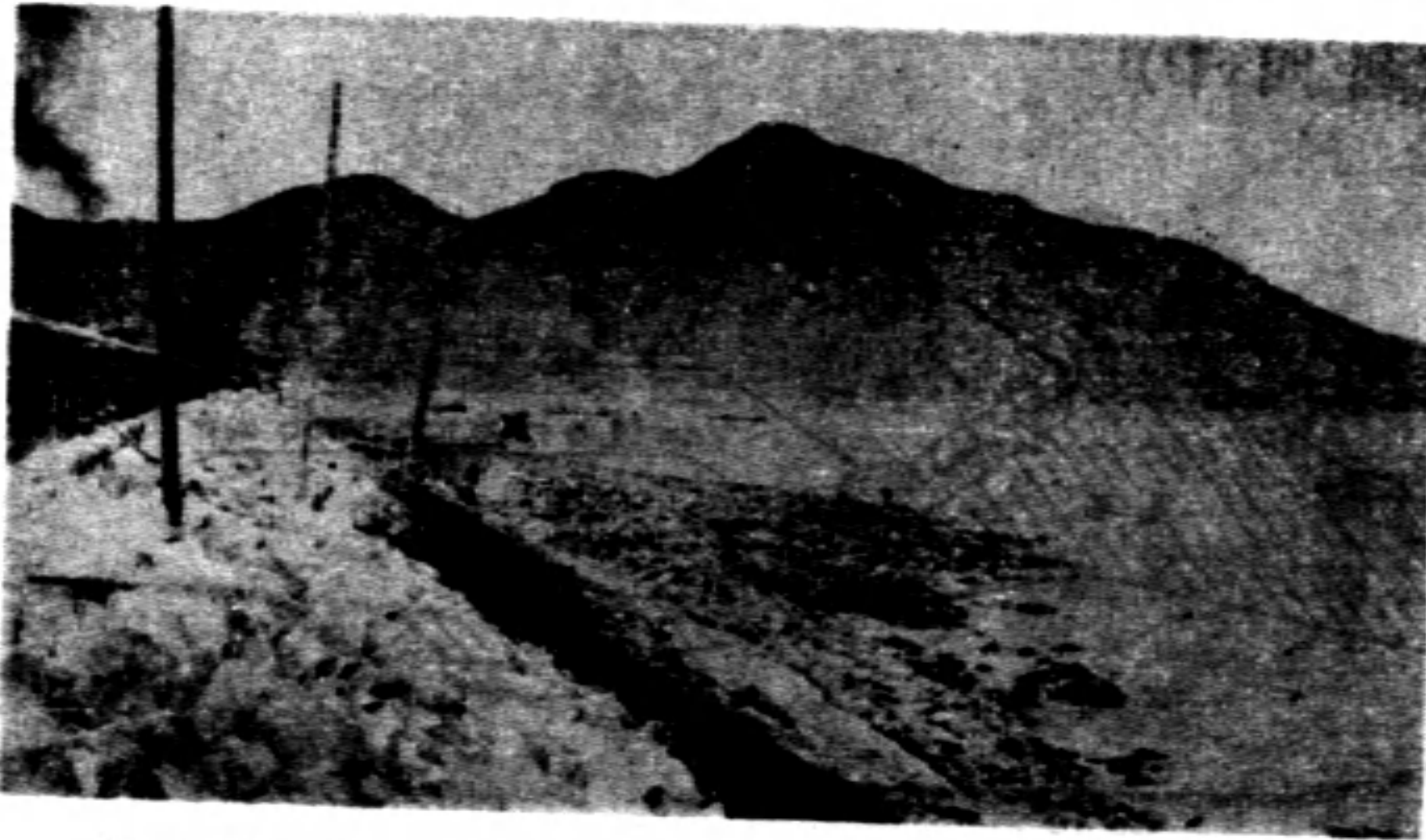
圖(四十) 止浪堤原來設計與經沉陷後剖面加大之比較

**壩身外移** 距岸 350 至 500 公尺一段壩身,係照原計劃施工,因基溝既淺狹而火車亦未曾在上面碾壓,故下沉尚未終止。嗣後因鋼板樁牆已成,內部填土已來,火車之動力,與新土之橫壓力,聯合



圖(四十一) 距岸 390 公尺處石堤移動之範圍

作用,使 330 至 450 公尺一段壩身,向下沉陷,並向外推動。原在邊線之燈杆,曾隨之外移 8 公尺,下落 3 公尺,因藉知其合力(Resultant)之方向,與水平面成 3:8 之斜度。其結果,石壩脚下反隆起至 +3.4 公尺,而海底膠泥,爲此勢力所波及者,遠達中線以外 90 公尺(圖四十一)。



(X) 壩脚洋灰石塊向外推動約 900 公尺  
(Y) 從石壩走出之石塊及湧起膠泥  
圖(四十二) 330 至 450 公尺壩外湧起之石塊及膠泥

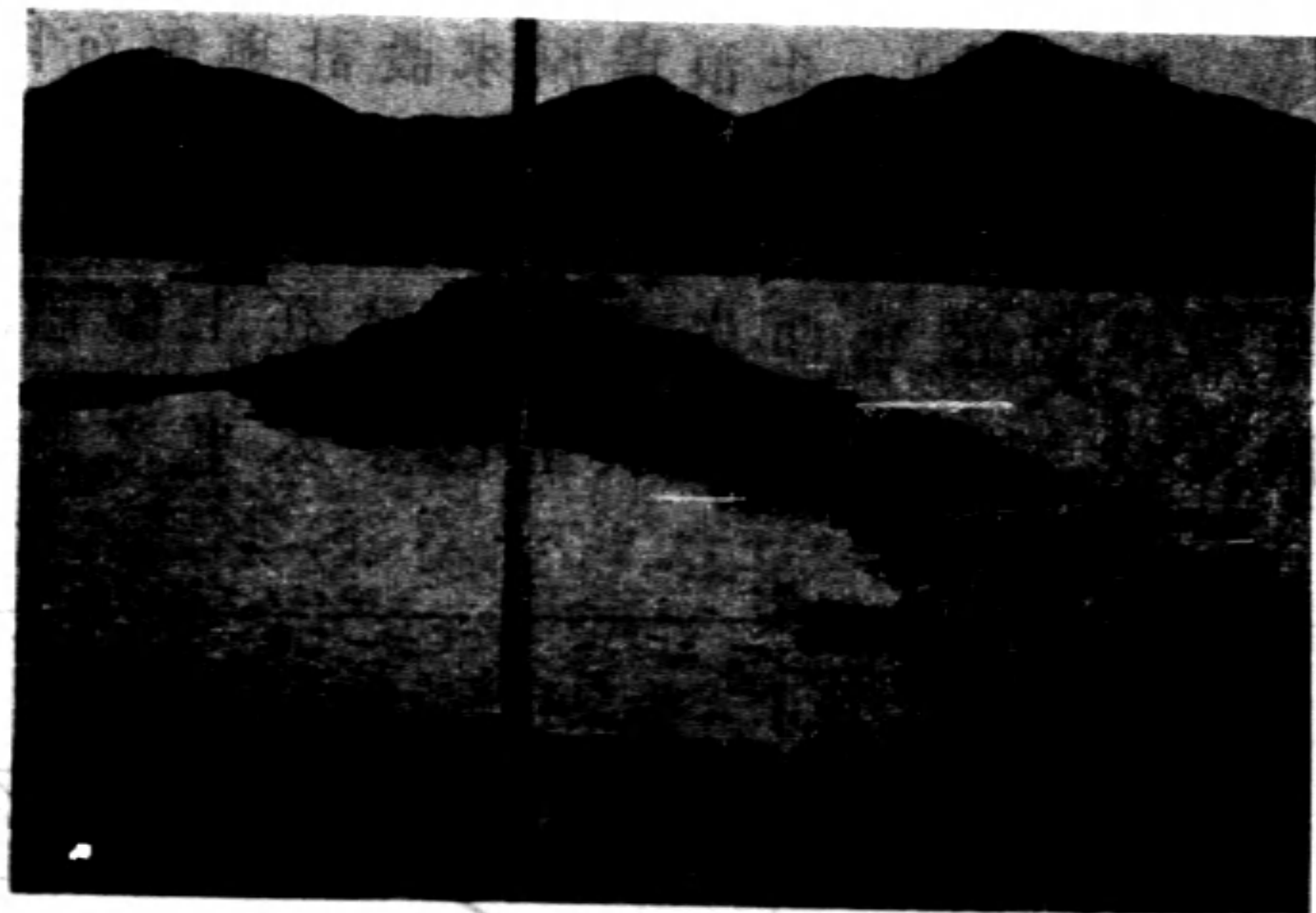
內部填土,同時亦隨之下沉;因之此部工作,勢須再停,以待海底泥土靜的抗力之增加。直至鋼板樁二次失敗(見前章),再度完成填土繼起,而此壩已不再移動矣。所餘隆起之部(圖四十二),每當

低潮,尙能見之,然亦不敢移去,恐失掉內外平衡力也。

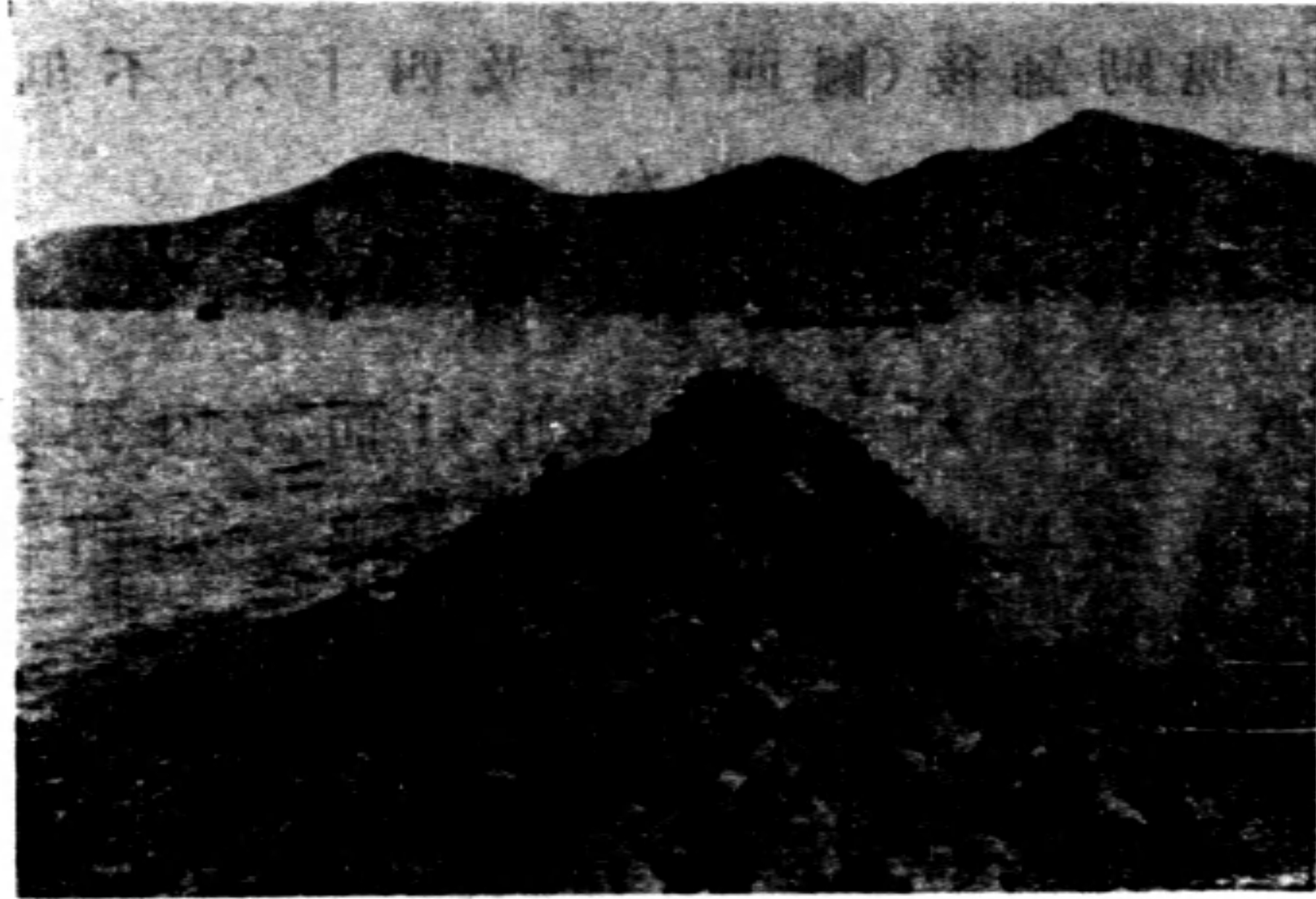
又壩身 430 至 470 公尺一段,因挖泥船在 450 公尺挖後回牆基溝,近壩膠泥移去,平衡力失,而全部下沉,至 +2 公尺,成一缺口(圖四十三),已成之砌坡,亦隨之陷下。嗣後添補,並無其他意外。

#### 砌石坡工作

石壩內部之石塊,類皆爲 10 至 100 公斤之重者風浪稍大,壩頂之石遂爲蕩平(圖四十四)。據攷查所得,兩邊坡度平均須爲 1:2。故東面坡度,由原定 1:1½ 改成 1:2,以策安全。表面用 1



圖(四十三) 450 公尺處石壩因挖泥工作下沉一缺口



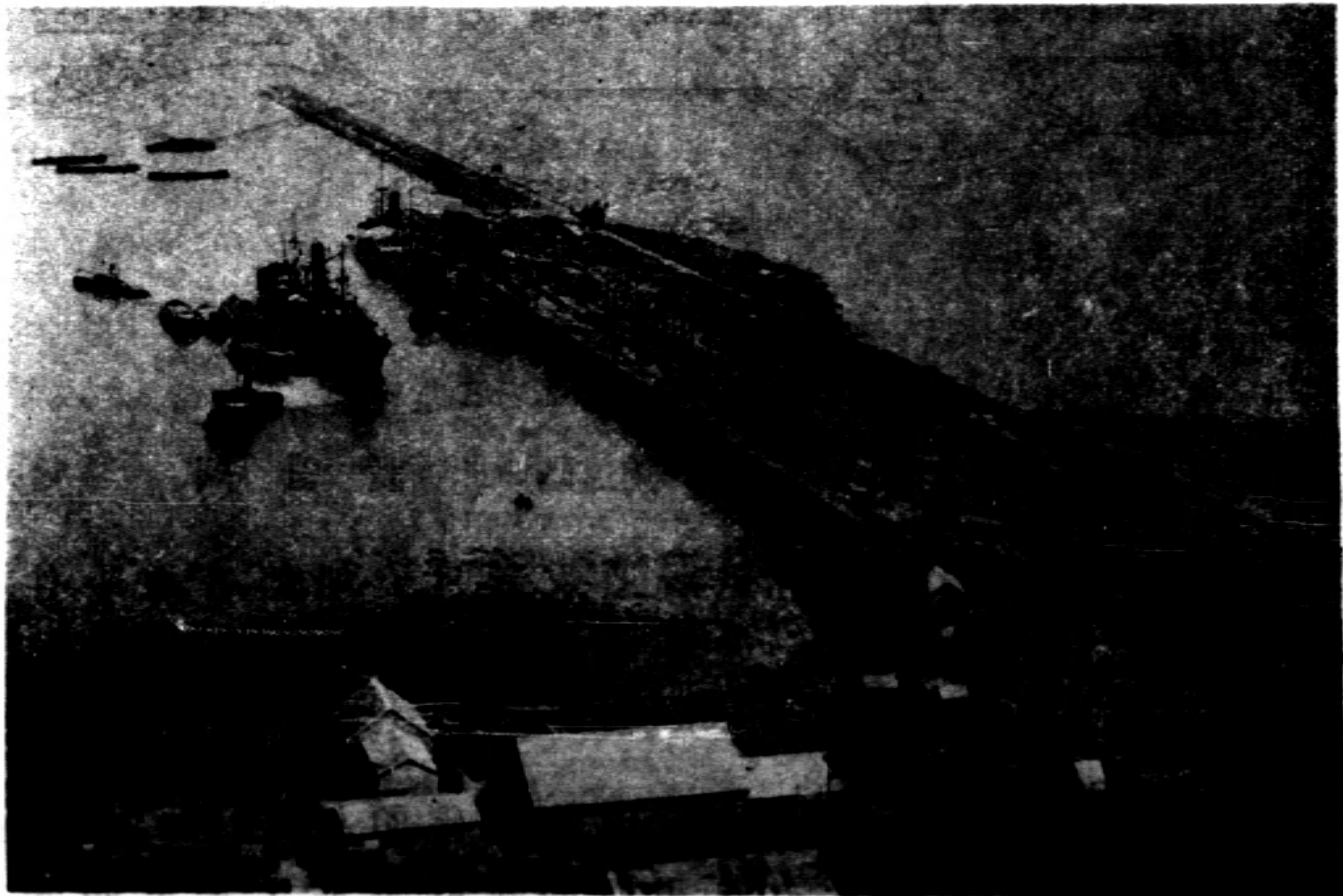
圖(四十四) 經風浪後壩頂蕩平軌道彎曲



圖(四十五)工作中壓鎮坡脚之洋灰砌成石塊(重五噸)



圖(四十六)砌坡之大石塊(重約四噸)

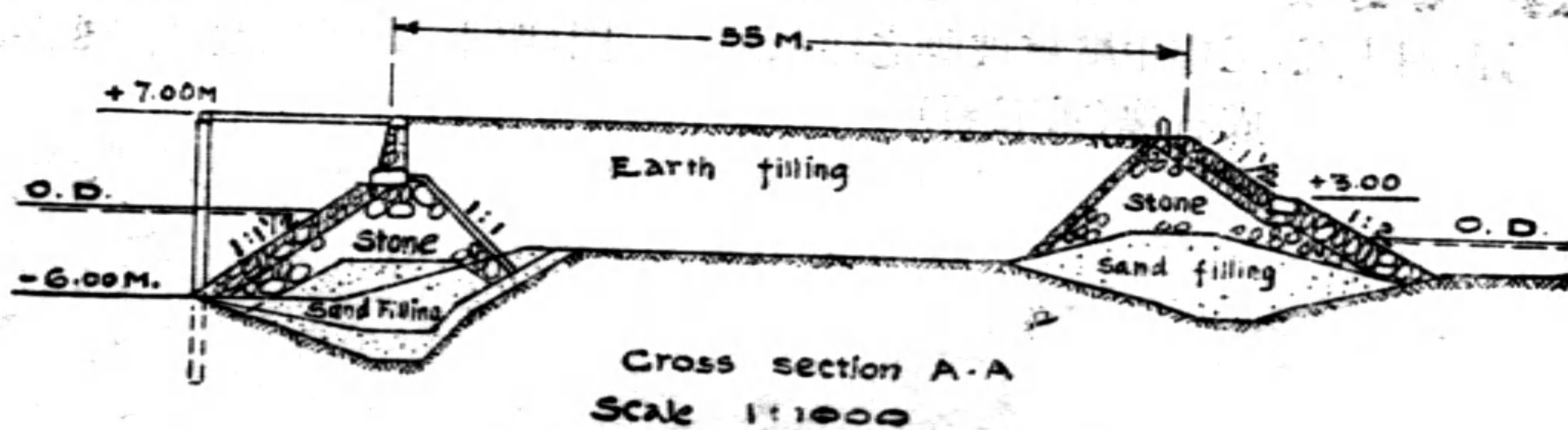
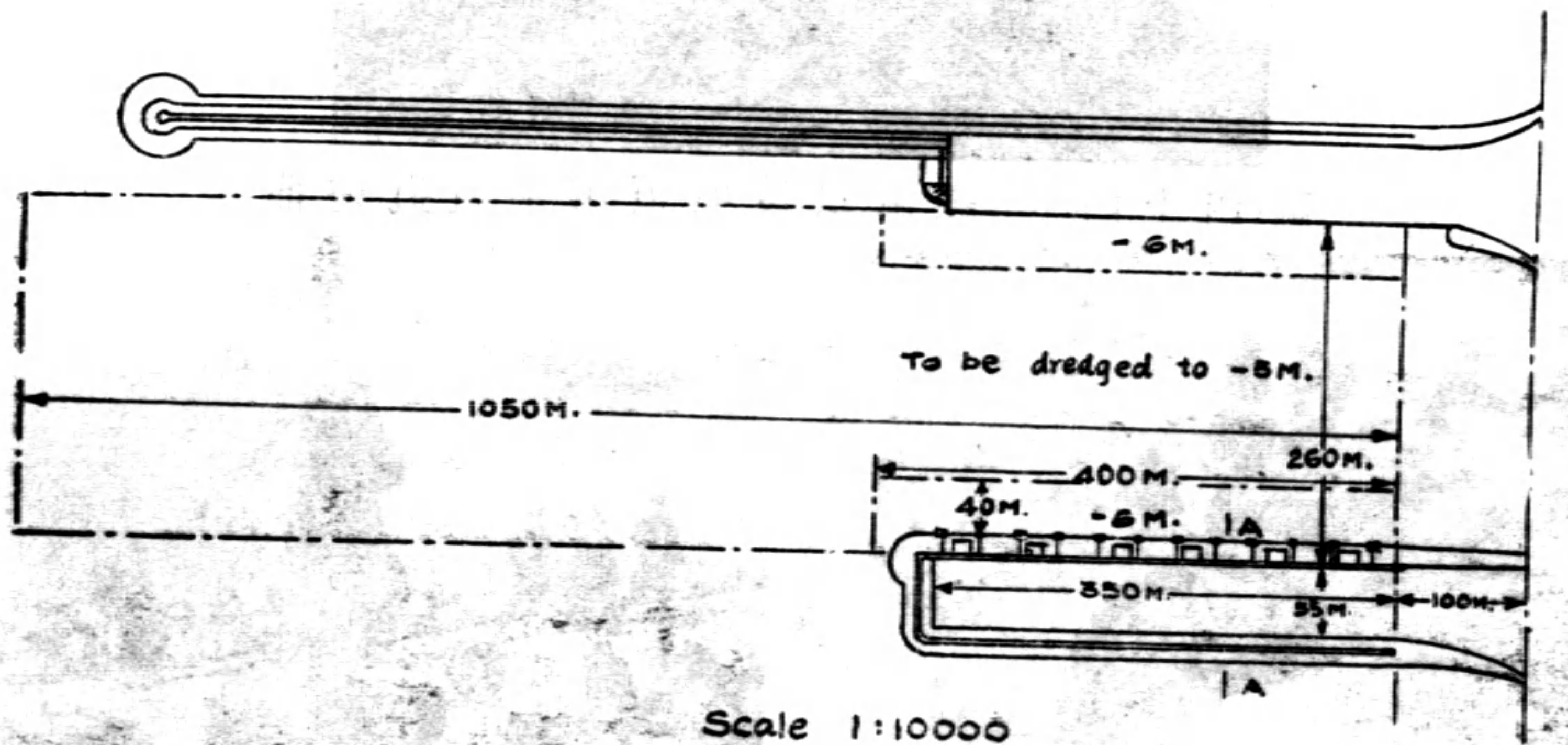


圖(四十七)已完成之止浪壩與第一號碼頭(一九三六年二月攝)

至 3 噸之大石塊砌鋪後(圖四十五及四十六),不但整齊可觀(圖四十七),港外濤浪亦不足為患矣。

(丁)二號碼頭

設計 第二號碼頭專為運煤出口而設,因裝煤工作將另備運煤機(見後章),直接裝船,故船隻不須緊靠碼頭牆,而碼頭牆得

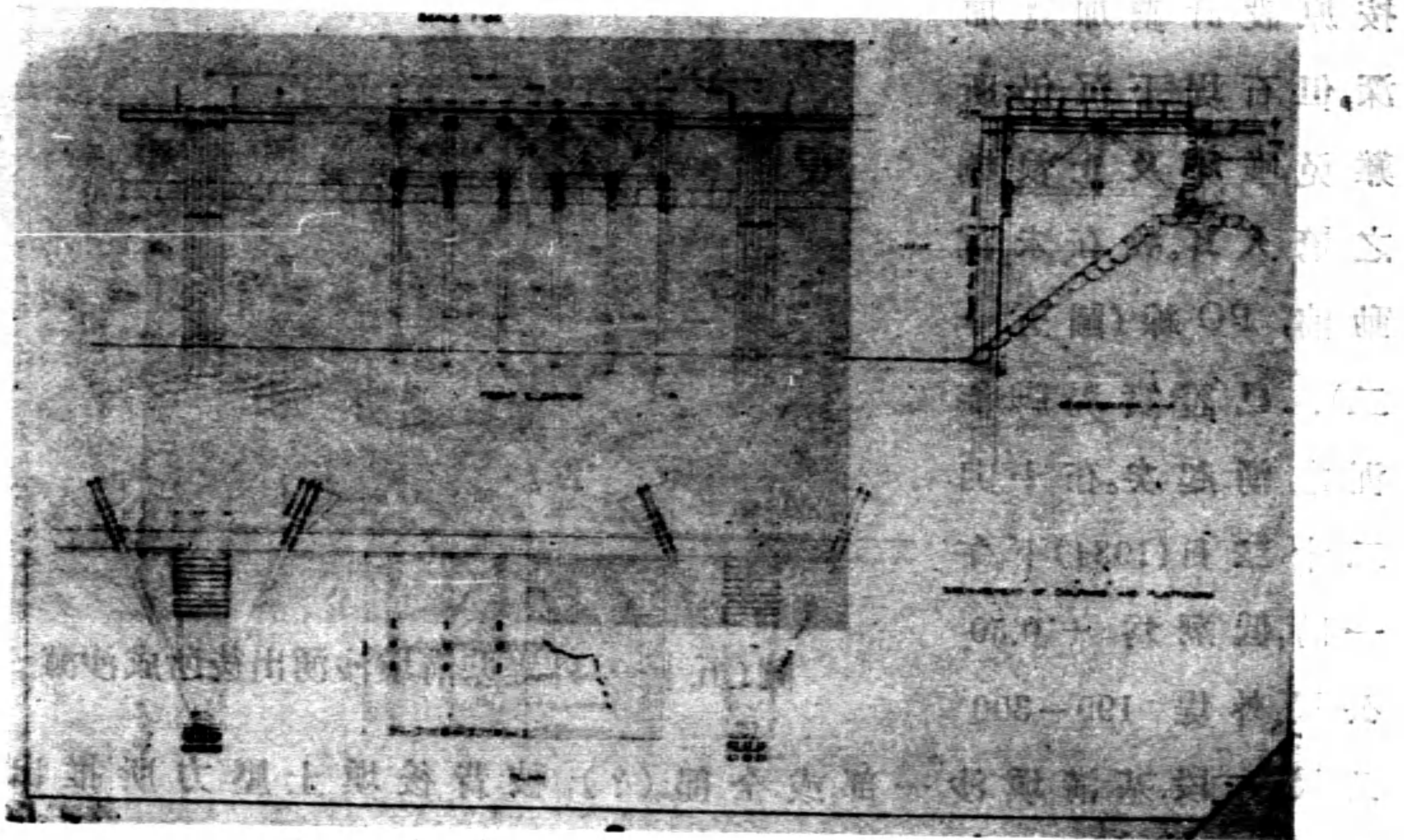


LIENYUNCHANG  
PIER NO. II

圖(四十八) 二號碼頭設計圖

因以省去,亦經濟之一道也。船所憑依者為靠船樁;普通小件貨物裝卸,及客人上下船隻者,則僅為木質平台參閱圖(四十八)及(四十九)。

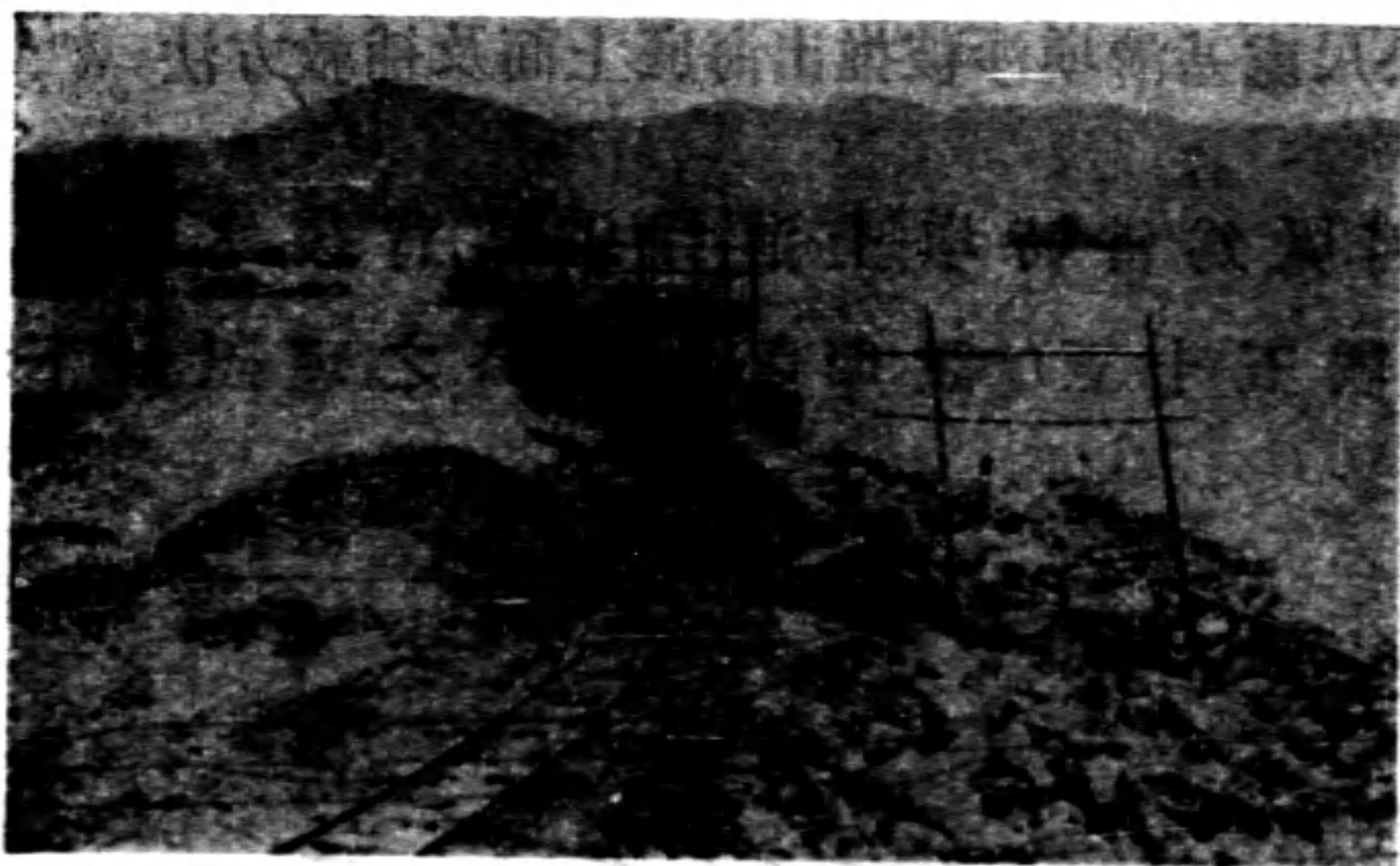
施工情形 本碼頭之地位,與第一碼頭相距 260 公尺,故海底情形,大略相同;其承重力之薄弱,當無疑義,而工作失敗,亦在所



圖(四十九) 靠船樁及平台設計圖

難免。近岸部分進行順利，無庸多贅，而以後工作難關重重，幾令人灰心短氣，中道而廢，非有堅忍不拔，百折不回之毅力，蓋難睹厥成矣！謂予不信，請觀下述事實：

**第一次失敗及補救** 內堤石牆，在開始一段，長18.00公尺，因



圖(五十) 內堤石牆開始18公尺一段  
移陷情形

基溝太淺，尚未砌至相當高度，已為背後填土推移，外出約0.50公尺，同時下沉約0.4公尺（圖五十），時為1934年六月二十四日，祇得將此段石牆炸毀，石堤補足，在上加以更大載重試

壓，俟不再下沉，然後繼續進行安放五噸重混凝土塊與築牆。

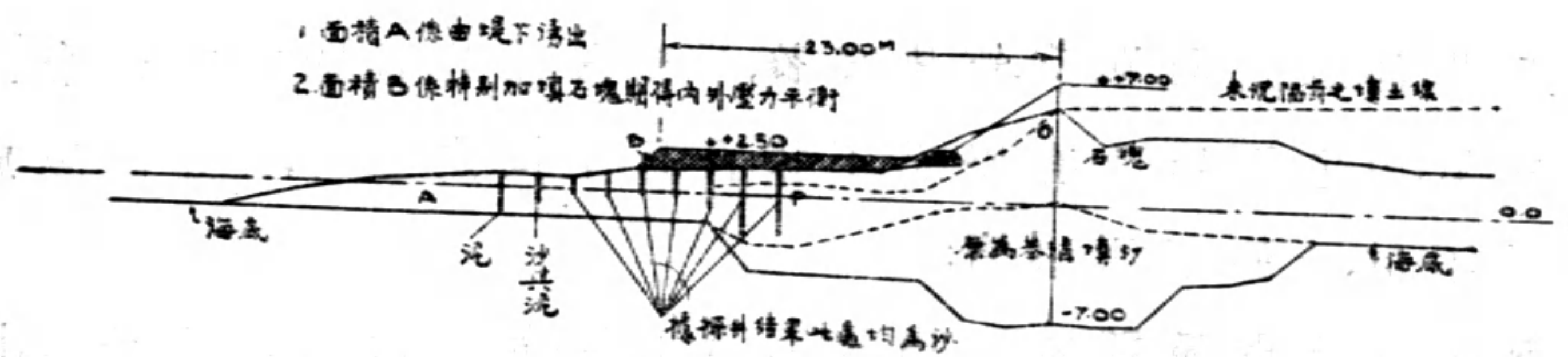
**第二次失敗及補救** 因海底膠泥層太軟太深，外堤基溝，已

按原設計劃,加寬加深,但石堤下沉,仍所難免,唯不及止浪壩之驚人耳。故在未沉動前,PO線(圖五十二),已證實堤脚海泥之湧起矣。在十月二十二日(1934)下午一時,低潮為 + 0.50 公尺,外堤 190-300



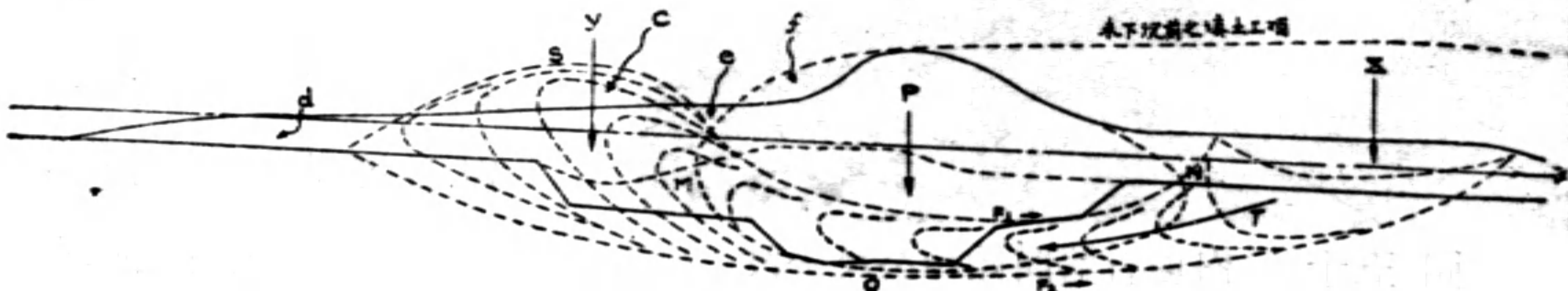
圖(五十一)外堤基溝填沙湧出後所成沙灘

公尺一段,基溝填沙一部,或全部(?),被背後填土壓力所推出,造成沙灘一片(圖五十一及五十二)。同時填土一部下沉而石堤本



圖(五十二) 外堤距岸250公尺處基溝填沙被推出海底上面及補救方法

身亦略沉及外移。致其原因,厥為當時填土進行過猛,背後水力式的壓力過重所致。茲附圖(圖五十三),說明著者當時之理想如下:



圖(五十三) 外堤距岸250公尺處溝基填沙湧出理解說圖

1. 此處基溝既較浪壩 100-500 公尺處(見前)為深,而沙層亦較厚,故在溝底之承重力,應可勝任石堤本身之重量 P。

2. 因堤底之兩旁膠泥較弱,故石堤所有下沉,當祇有向兩邊展開,尋出路;又因堤身偏於內,故底部在未填土以前,多向內展如 MON。
3. 軟膠泥應以半流體物論,前已言之;故壓力反應之方向,如水力式,初不限於一方,填土壓力 X,可轉向從 F 軌道,向外穿出。若該方之阻力較小。
4. 填土壓力 X 漸臻,至與堤外壓力 Y,及堤下阻力  $F_1F_2$  之和相等,內外各力,已成平衡之勢矣。
5. 及潮水較平日為低時, +0.50 m, X 因海水上浮力減而增大,同時 Y 因海水靜的壓力減少,而驟小;至是平衡力失,而 T 即為 X 推送而出;至湧出之泥沙重量加在 Y 上,與 X 因下陷減少之力相等時,各力又得再度平衡,而停止行動。
6. T 力大於  $F_1$ ,故海底填沙,由此力挾帶而出,湧在頂部至 S 綫,唯沙在水內之息角甚小,故隨展平至 r 綫,向外流去,成一平灘。故面積 C 應等於 de 之和, f 為石堤下沉之部。

由上之理論補救辦法,當然以立停填土為首着,俾泥土有增加內阻力(internal friction)之機會,次於堤外添石加重於 S 弧線段內,增大 Y 力,免以次填土向外衝出。為全部外堤安全起見,視各段情形定增加之多寡。

及外堤完成,並無其他意外嚴重之影響,足徵如此補救方法,得到相當之成功,然已多費用石塊不少矣。

**載重試驗混凝土塊傾倒** 在上段外堤出險之次日(23/10/34)下午三時,堆積距岸 279—289 公尺內堤石壩上頂之載重試驗混



圖(五十四) 內堤上載重試驗傾倒

凝土塊,向後傾倒(圖五十四),可見該段堤基之弱;雖當時並未加十分重視,然已預伏下次失敗之朕兆矣。

### 第三次失敗及補救

一九三五年三月四日下午一時,低潮 + 0.30 公尺,距岸 235—335 內堤一段約百公



尺,爲背後膠泥及填土壓力所推動,向外移約 1 公尺,石牆隨之。五日下午二時,低潮+0.10 公尺,該段又向外移;石牆在 280 公尺處,由原位移出約共 3 公尺,並下沉 1.20 公尺。六日低潮,外移下沉,仍未終止。由圖(五十五)及(五十六),可見破壞情形之一斑。



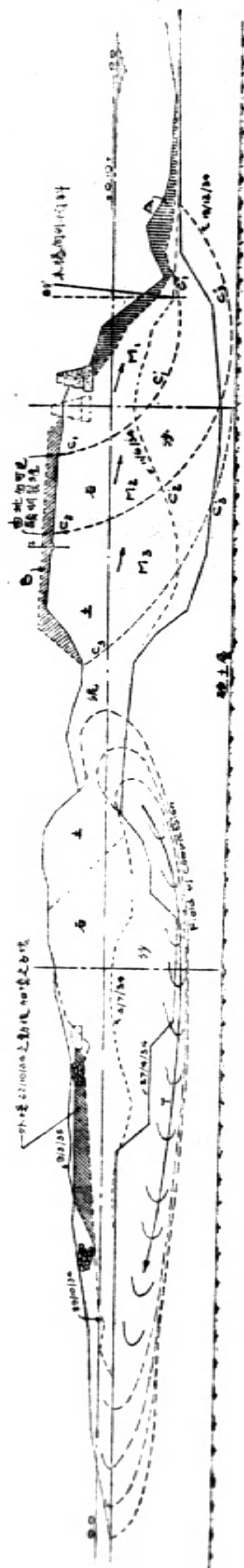
圖(五十五)內堤石牆向外推出及牆因下沉破壞情形



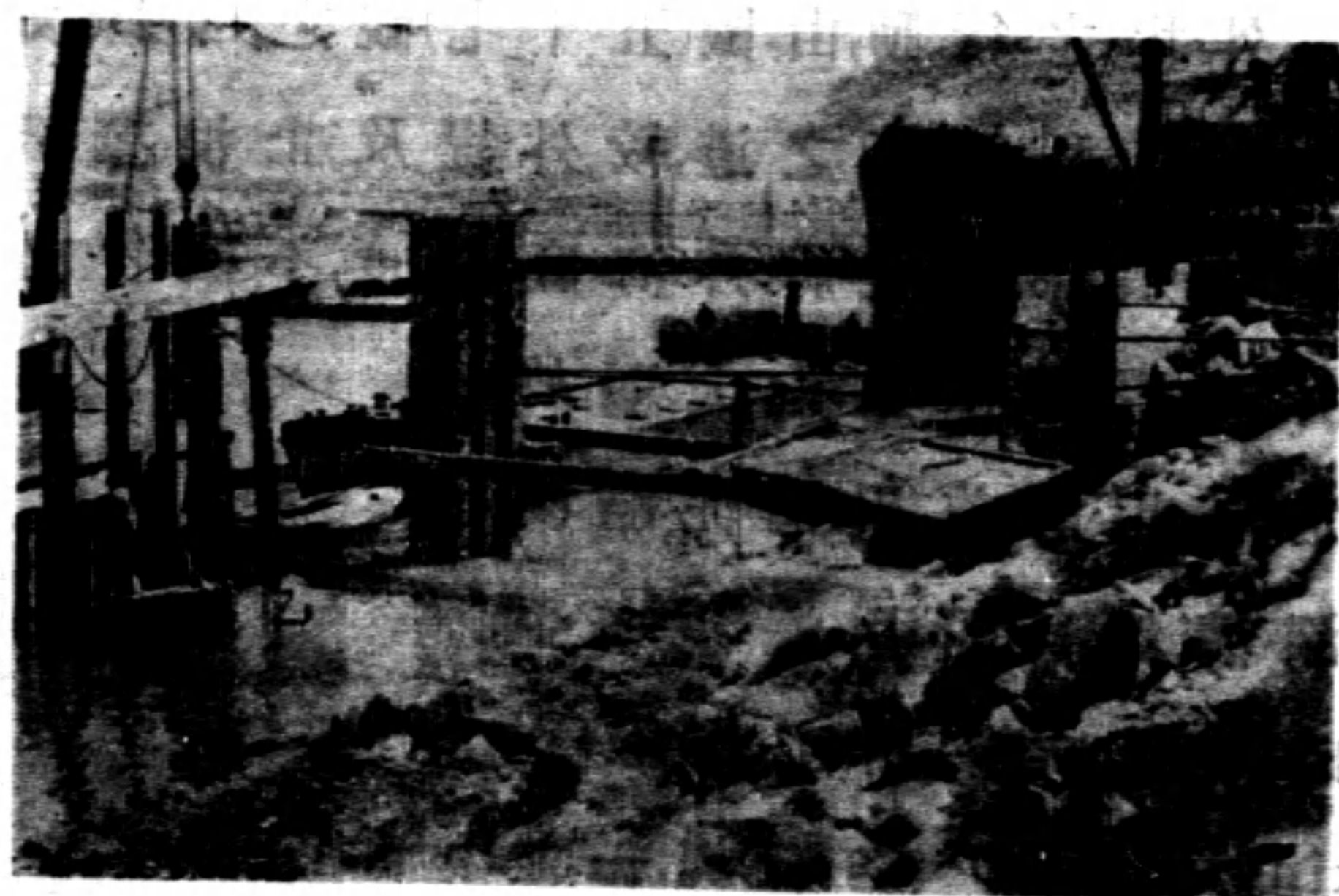
圖(五十六)同上石牆背後破壞之一斑

同時亦當注意者,即該段之外堤,在內堤未走動以前,亦已因此部填土而徐徐外移。及至外堤之外部阻力過大,而內堤亦用盡其最後之抗力,適潮水又低,內外各力失其均勢,而崩潰終所難免。

此堤之功用,本屬支牆(Retaining wall)之一種,故失敗之方式,與前此之石堤,又有不同。在三月四日下午,初次移動之時,背填表面,有顯著之裂縫  $C_1C_2$ (圖五十七)。按支牆理論,在內外各力恰僅平衡時,適當外部水的靜壓力(Static water pressure)特小,(低潮僅 + 0.10 公尺)體積(Mass)  $M_1$  因失去外部支力,而背後填料又因浮力減小而加重,堤脚基溝之承重力,不克勝任,終於不能自主,被推離  $C_1C_1''$  線(plane of rupture),而向外滑去。同時  $M_2$  因已失  $M_1$  之支力,亦循  $C_2C_2''C_2'''$  線向下滑,以補  $M_1$  所遺之空間。同理  $M_3$  遵  $C_3C_3''C_3'''$  線,向下滑動,以補  $M_2$  所遺之空間。 $C_3$  以左之物,堆積較低,重力不大,况  $M_3$  如楔形,下落時早已填滿  $C_2C_2'$  與  $C_3C_3'$  間之空隙,故獨得安穩不移。再查凸出之面積  $A$ , 與下沉之面積  $B$ , 約略相等;與木桿之傾斜,互相印證,當知上說爲極近似也。



圖(五十七) 二號碼頭距岸280公尺內堤崩潰情形



圖(五十八) 維持未動石牆之安全  
甲. 錨拉 乙. 臨時鋼板樁牆



圖(五十九) 挖泥船挖石工作



圖(六十) 二號碼頭沉陷情形

外堤之行動,由圖(五十七)觀之,已瞭如指掌,茲不再贅。

本工程改善之道,較外堤及止浪壩為難,因不但祇求該堤之安全,並須保持堤脚外海底深度,不礙停船。攷慮結果:以為此次失敗,由於堤脚承重力太弱,故決定在堤脚前,用挖泥船浚一深溝,然後再用海沙填平;同時將此次突出工作線(Working profile)之石塊,一並挖去,用保堤外海底深度。其工作方式:1. 用火藥炸去曾經移動之混凝土石牆。2. 維持未動石牆之安全(圖五十八)。3. 挖去崩潰石堤(圖五十九)及深溝。

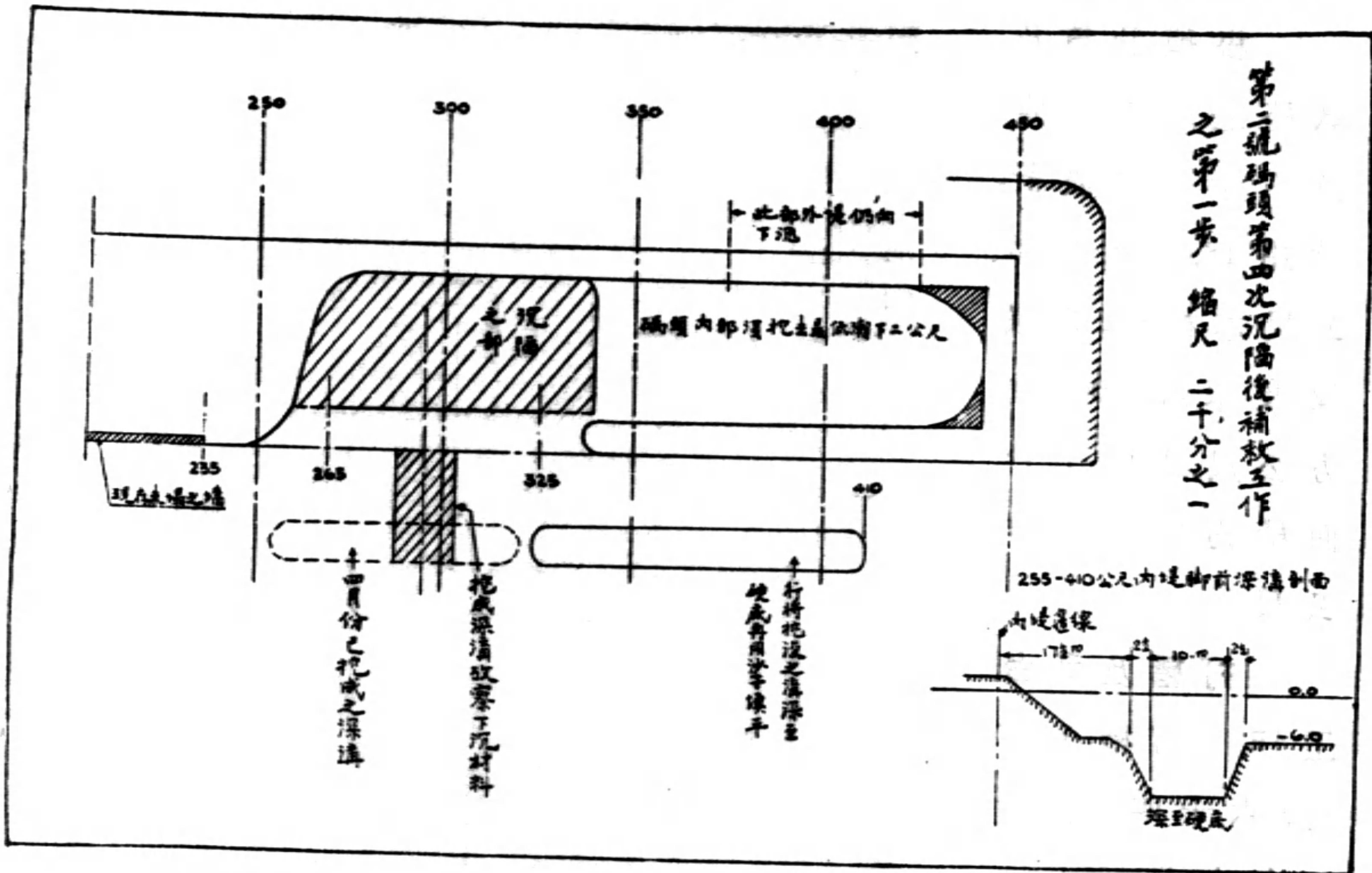


圖(六十一) 填土下沉之去痕尚存

該項深溝,於四月十二日完成。唯因海沙供給困難,及需沙之部份太多,此溝未得及時填起,工作上稍一弛緩,又鑄成下述之大錯!

**第四次失敗及補救** 前項深溝,長45公尺,挖成十日後,內堤石壩,長70公尺,再次外移,約十公尺,背後填土,亦隨之下沉,深至四公尺。碼頭中部,為潮水所沒,成一片汪洋。潮水退後,所遺留之殘跡,如圖(六十)及(六十一)所示。其所以致此之由,與前次理無二致,茲不贅論。唯有一點,可注意者,即此堤既因前有深溝,不能存在,乃不崩於挖溝之時,而崩於溝成十日之後,蓋由潮水之升降關係。

查第一,二號兩碼頭所以累次失敗者,皆牆基底部,或碼頭中部之軟膠泥為之厲階。今欲根本補救,當下最大決心,先將病根掃除。故收拾殘局之第一步工作,乃將堤外崩石潰土移去,至零下6公尺。再照圖(六十二)在距岸295公尺處,將內堤挖一缺口,深至硬底,以攷察經此兩次沉陷後,堤下石塊,是否全部推出,以為補救計劃根據。繼由缺口調入挖泥船,將碼頭內部軟膠泥移去至零下2.00公尺,用減半流質性的靜的水壓力。然後再回至堤外,以期內



圖(六十二) 第二號碼頭第四次沉陷後補救工作之第一步

外兼顧,除患務盡。

在此次失敗,尚未決定對策之前,他部工作,亦不十分順利,茲摘述一斑如下:

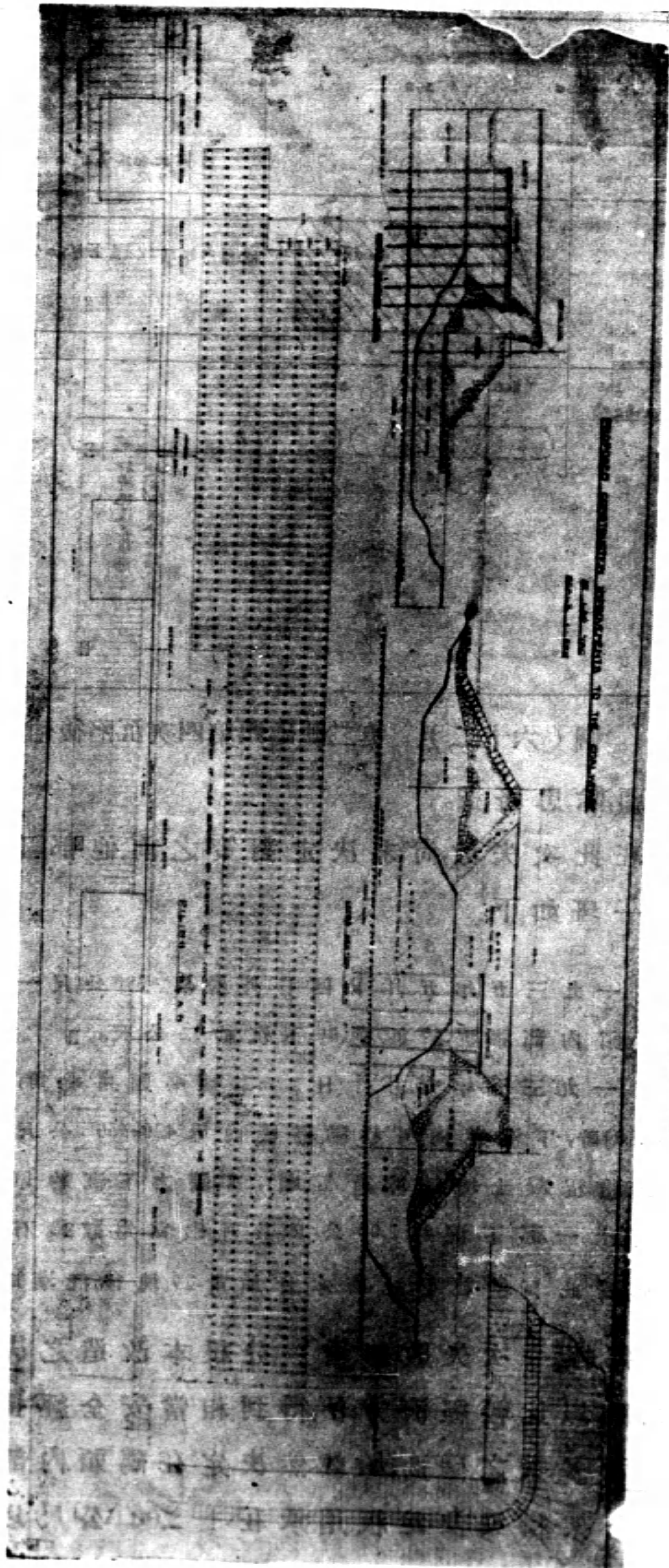
一九三五年五月廿四日外堤 340-390公尺一段,因挖泥船在附近挖去碼頭內部膠泥,於低潮時,下沉約二公尺。

一九三五年七月十日 二號碼頭東北角,內堤 415-450公尺,於低潮(+1.80)時,下沉並向外移動。該段內堤 430-450公尺一段頂部堆有 86 個載重試驗混凝土塊(每塊重五噸),亦隨之下沉約 1.00 公尺外移 2.30 公尺。背後填土一部下沉約 2.00 公尺。其理由當為該段石堤本身,因某種關係,不能承受此巨量載重,故在本日加重 29 塊後,低潮時即行崩潰也。

每經一次失敗,即增一分根本改造之決心。所懸根本改造之目標,為以比較經濟方法,得到相當安全。經長久之攷慮及與荷蘭總公司多次之磋商,始毅然決定在碼頭內部,打入 60—75 英尺長木樁,上架橫梁及地板,用承在 + 2.00 公尺以上之填土壓力。

根據計算及試樁之結果，擬定圖(六十三)之設計。計用 18.00 至 23.00 公尺木樁 862 根，橫梁及木板 600 立方公尺，造成平台面積約 3000 平方公尺。

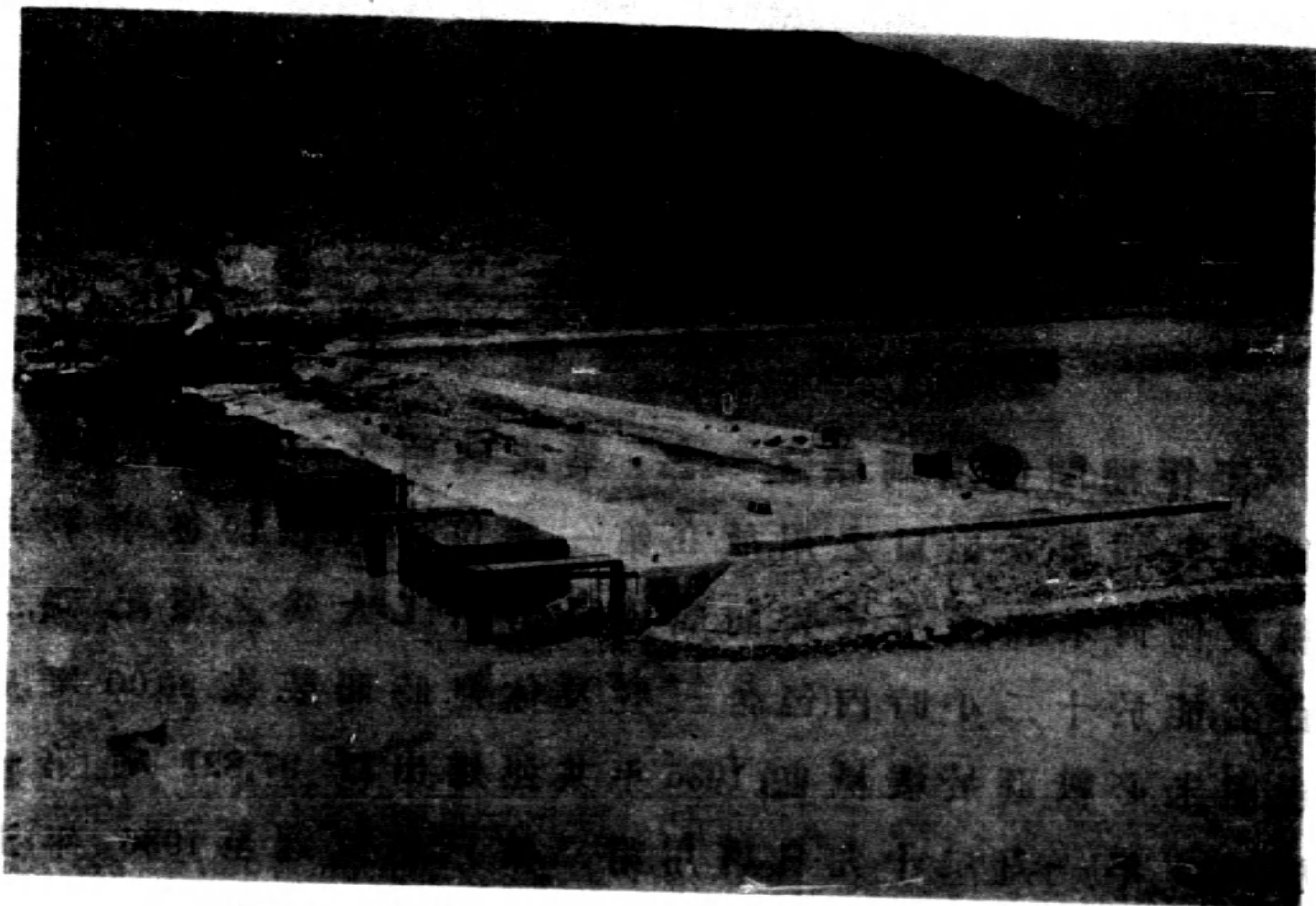
**打樁及承台工作** 打樁工作(圖六十四)，於 1935 年九月二十三日開始，至 1936 年三月二日告竣。其所經之困難，唯近石堤之一或二排樁木，下為石塊，打入艱難，或竟不入，須將樁木截短耳。每付樁架，每日可打入樁木 2 至 9 根，錘離樁頂高 2.00 公尺，最後一擊之插入度，總平均為 3 公厘，故承重量當完全可恃。橫梁木板，按序進行。



台承樁木部內頭碼號二 (三十六)圖



圖(六十四) 兩盤樁架打樁工作及承台木板完成一部  
於三月中先後完成。內堤石牆及中部填土同時進行，二號碼頭於  
五月初全部完竣(圖六十五)，大功告成。數年來'歷盡艱'苦，慘淡經  
營，至此得告一段落。



圖(六十五) 二號碼頭全部完成  
靠船樁及上下貨物木質平台 此種建築方法，原為節省經

費,雖普通貨物上下船隻,略感不便,但因用機器裝煤,仍能十分滿意也。

靠船樁有六個桶式鋼板樁 (Box section) 所組成,必須堅固,以抗 3000—4000 噸輪船靠傍時全部之動量 (Momentum)。但同時又必須具有柔韌性 (flexibility), 以免與船隻有互相撞傷之虞。因此桶樁下端,必須深入硬底 (樁長 18.00 至 24.00 公尺)。上端與岸相接之支樑,備有 15—20 公分之活動距離,供船樁得前後傾倚也。桶樁在海底以上之部,不加填任何材料,因內部空虛,韌性較大也。

木質平台插入海底木樁,為 Yacal 硬木,以其質堅密,不易為海蟲所蛀;上部則為 Kruen 硬木,作成後,每平方公尺面積之承重,為  $3/4$  噸。

本工程(圖六十六)除鋼板桶樁與硬木樁,在打下時,須經潛水夫預先將內堤脚前之石塊拾去外,無特殊困難。



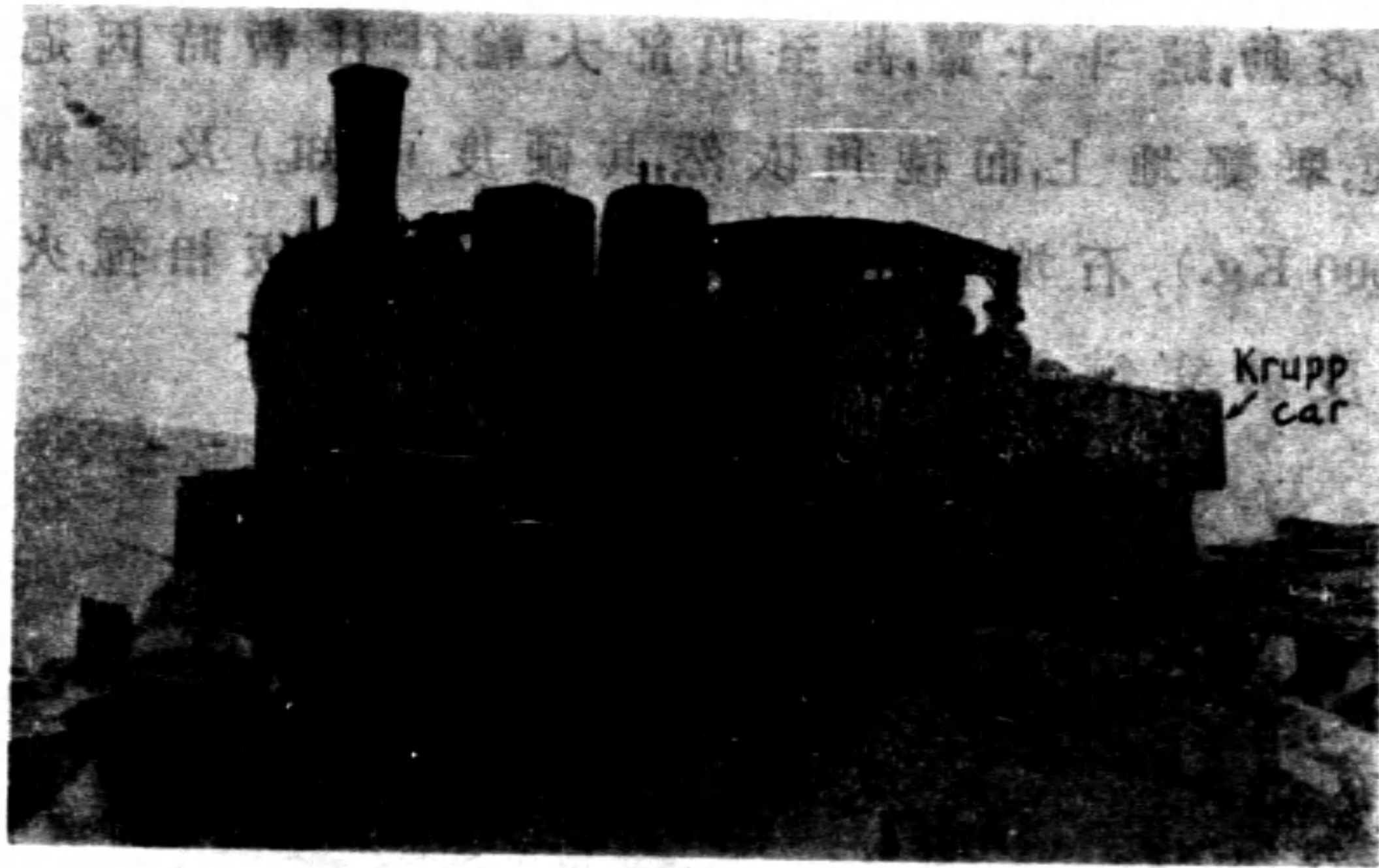
圖(六十六) 靠船樁及平台

工作期間使用碼頭之一部 築此碼頭之重要使命,為運中興煤礦公司產煤出口之用,故在第一船位完成後,即從事利用。唯機械設備尙未得着手安裝,向船裝煤,仍由工人為之,據記錄,工人二百名,能於十二小時內(包含三餐及休息時間)裝煤 2000 噸,成績滿意,固未必較遜於機械也,1935 年共運煤出口 97,821 噸。第一船位於 1935 年一月二十九日啓用,第二第三船位遲至 1936 年五月初,同時完成。

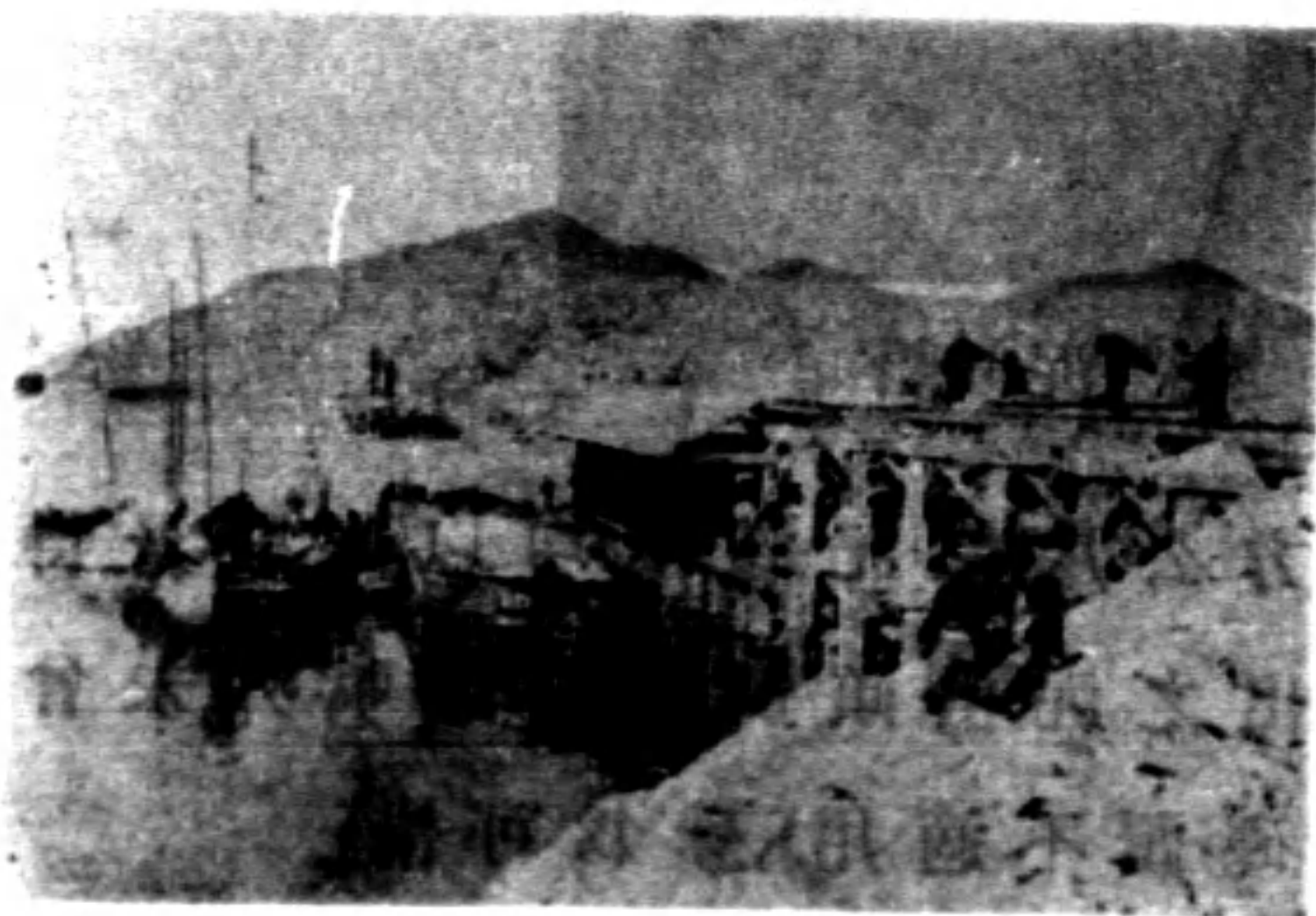
## (戊)建築材料

建築一、二兩碼頭及止浪壩所用一切材料，除鋼鐵係由歐洲購運，洋灰向啓新公司採辦外，大部為沙土石三種，當就地採取。其最感困難者，即本港附近缺乏大量海沙，不能用挖泥船取用；工作不能充量進行，此為一主要原因。工程開始，尚可在淺灘上用鐵駁運裝，以後勢須完全靠200—250隻風船，在鄰近海灘，到處搜尋矣。此為一重大問題，將來再築碼頭及止浪壩時，應再三注意焉。

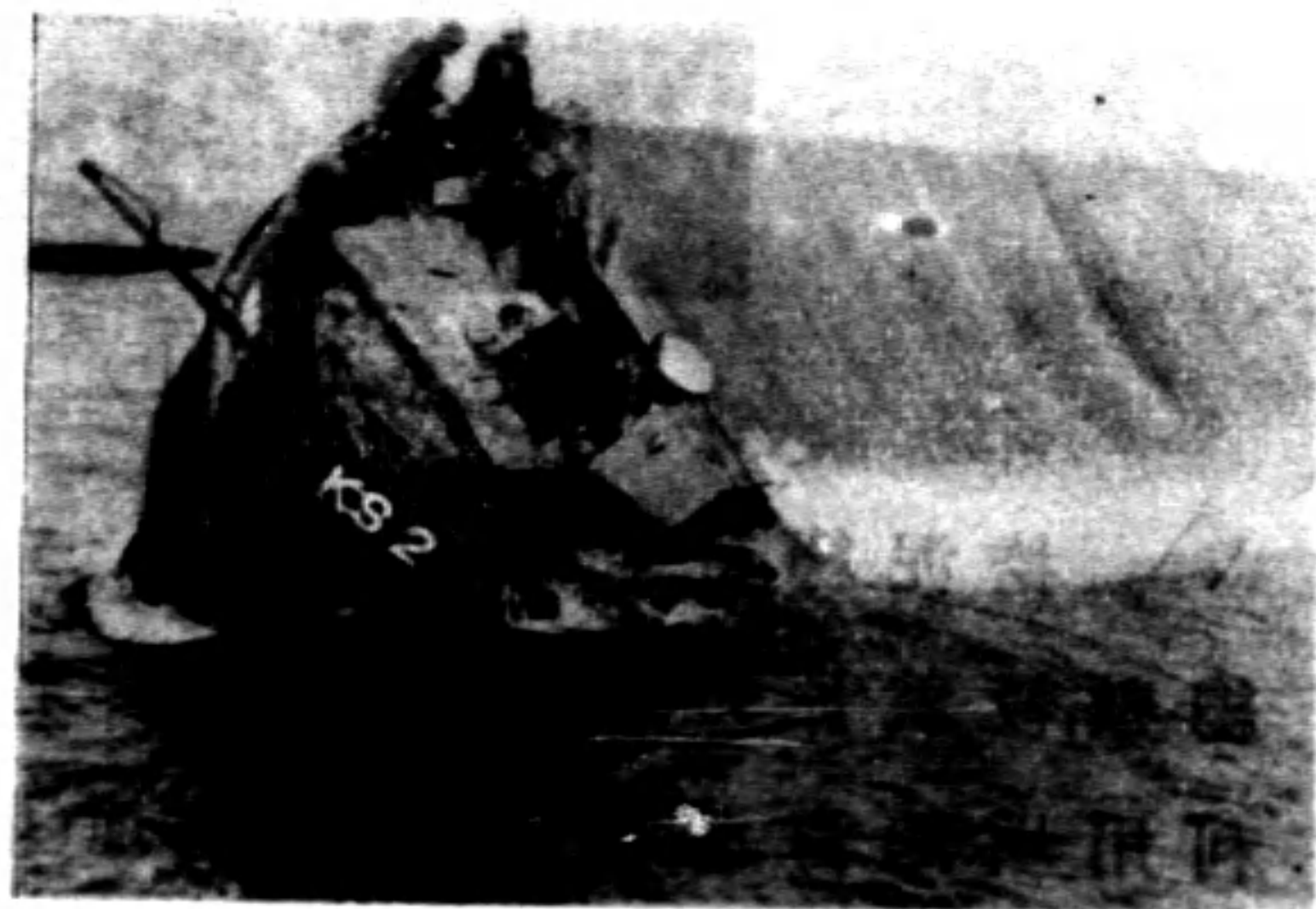
碼頭近岸，原屬山脚，闢為山廠，取材既便，又可開拓平地，一舉而兩得焉。採出土石，均用90公分軌距之輕便鐵道運輸。所用車輛，均係由德國購來之克虜伯傾倒車 (Krupp Car) (圖六十七)，工作上極屬方便，或至陸上工地，或由特築臨時木樁碼頭，倒入特種鐵



圖(六十七) 150馬力小機車及正事傾倒之克虜伯式車輛



圖(六十八) 石料由碼頭倒入鐵駁



圖(六十九) 鐵駁傾石料入海

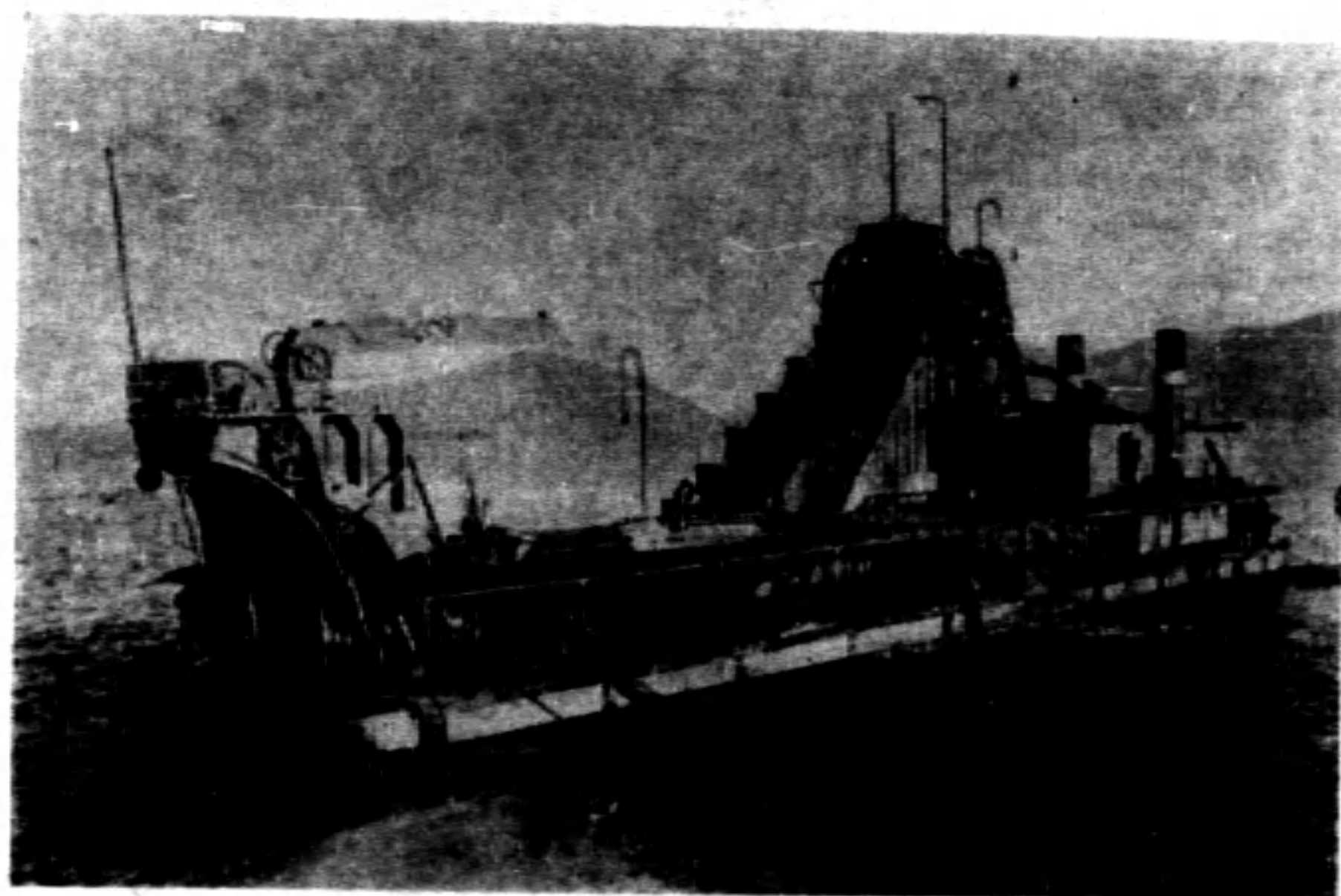


駁(圖六十八),然後由小火輪,拖運至工作地點,自行傾入海中(圖六十九)。然此岸產石質地不佳故重要部分需用石塊,多自東西連島由風船運來,以其質地堅硬,極近花崗,有抵抗海水浸蝕之耐久性也。

老窰附近之山,多係石山,故取用填土,亦有相當之困難,以後工作,將遠在孫家山以西採取矣。

### (己)挖泥工作

海底膠泥,賦性軟弱,雖予碼頭及止浪壩工作上極度之困難與不利,然對挖泥工作(挖泥船見圖七十),則有相當之順利。加以此地風浪不大,氣候溫和,每年工作日當在250天以上,故成績較為滿意。唯距岸100公尺處,海底黃色黏土,硬度極大,挖取時,全部船身,為之震動,鏈斗上躍,甚至頂部大輪,往往暫時因過力而停止。(挖出泥塊,舉擲地上,而稜角依然,其硬度可知。)及挖取堤脚石塊時(100—1000 Kg.),石塊下落,至與溜桶內之承板相撞,火花飛濺,寸厚鋼板數度磨穿,鏈斗邊沿亦常損壞。



圖(七十) 挖泥船

挖泥總量約為2,200,000立方公尺,據記錄,平均以鐵駁量得總數,較就原地丈量多14%;挖出之泥,俱傾倒於濤連嘴外,未曾利用填起海灘,成有用之陸地(填碼頭不適用),殊為可惜。

本港周圍海面,為黃海之一部;水色混黃,內含泥沙,兩碼頭中

部,水無流速,沉澱難免,故將來欲保持港區深度,非有挖泥船一艘,常川工作不可唯港道因能順流。完成將及一年,尙無顯著之淤填,故保養尙易。

### (三) 海港設備

海港造成,雖有船隻停泊安全與貨物起卸之便,若無相當設備,尙未得列入近代商港,不能廣招徠爲營業上之競爭。本路收入,現尙不豐,故祇可在經濟可能範圍之中,擇其最量要者,儘先興築。其已動工或完成者,略述如下:

(1) 二號碼頭裝煤機,計有

- a. 傾倒40噸煤車之設備。
- b. 堆煤15公尺高,存煤100,000噸之設備,
- c. 運煤裝船,每小時400噸之能力,
- d. 爬行起重機(堆煤用)兩架,能力各二噸。

(2) 一號碼頭上設備:

- a. 起重機,能力三噸者(圖七十一)三架,
- b. 貨棧一所,140.00公尺長,22.00公尺寬(圖七十二)。
- c. 柴油起重機,能力2.00噸者,兩架,
- d. 堆包機四具,
- e. 起貨機二具,
- f. 推貨小車(載重1.00噸)20具。

(3) 發電廠一所(圖七十三),計有500 KVA 交流發電機二座。

(4) 黃窩蓄水池一座,容量200,000噸。

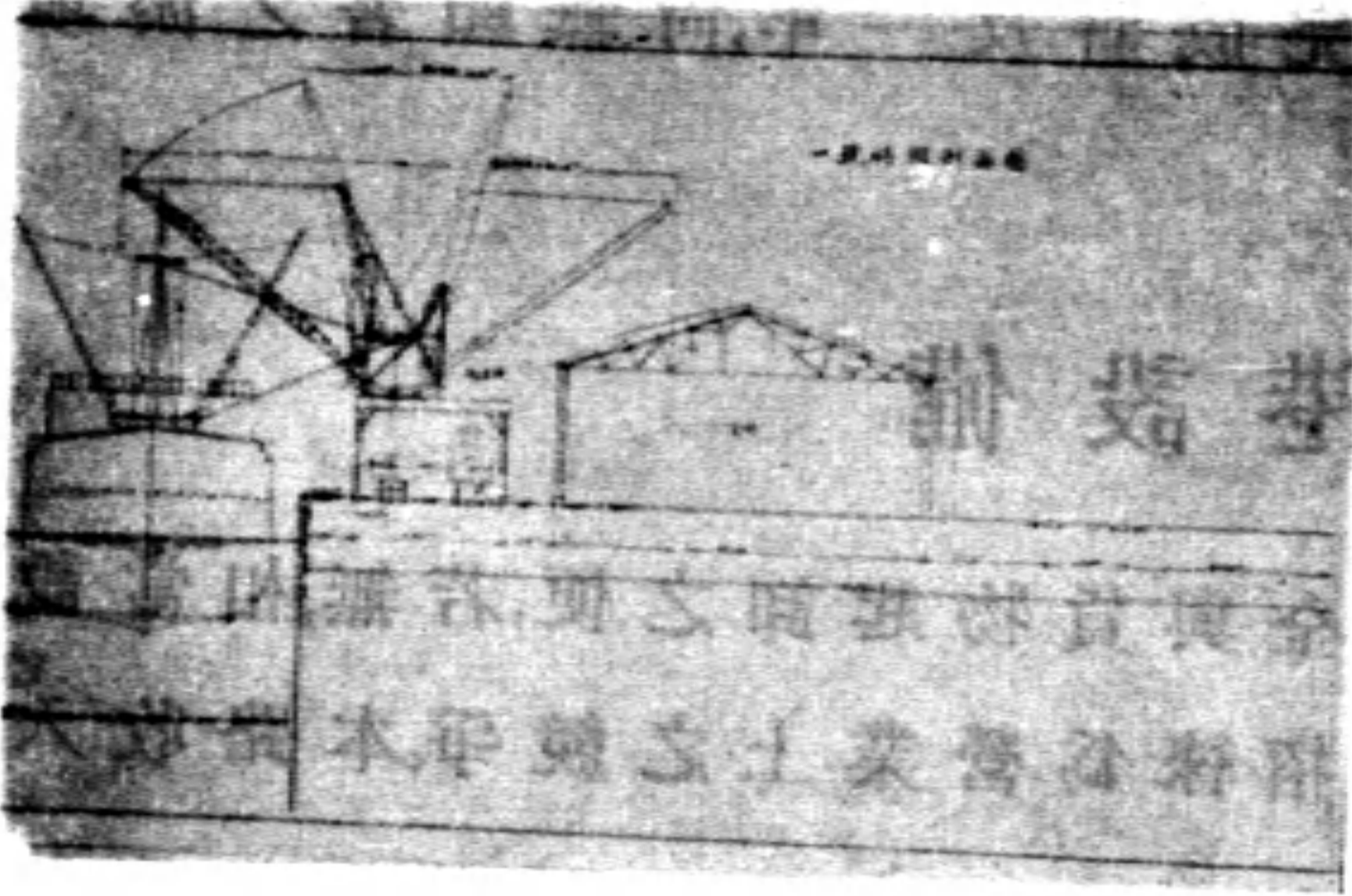
(5) 車站大樓一所(圖七十四),佔地78.00×15平方公尺,計樓房四層,鐘塔十層,爲各機關辦公等之用。

(6) 燈塔二座(由海關建築):

(a) 一在距港20海里外之車牛山島上,燈光視力(visibility)

25—30 海里。

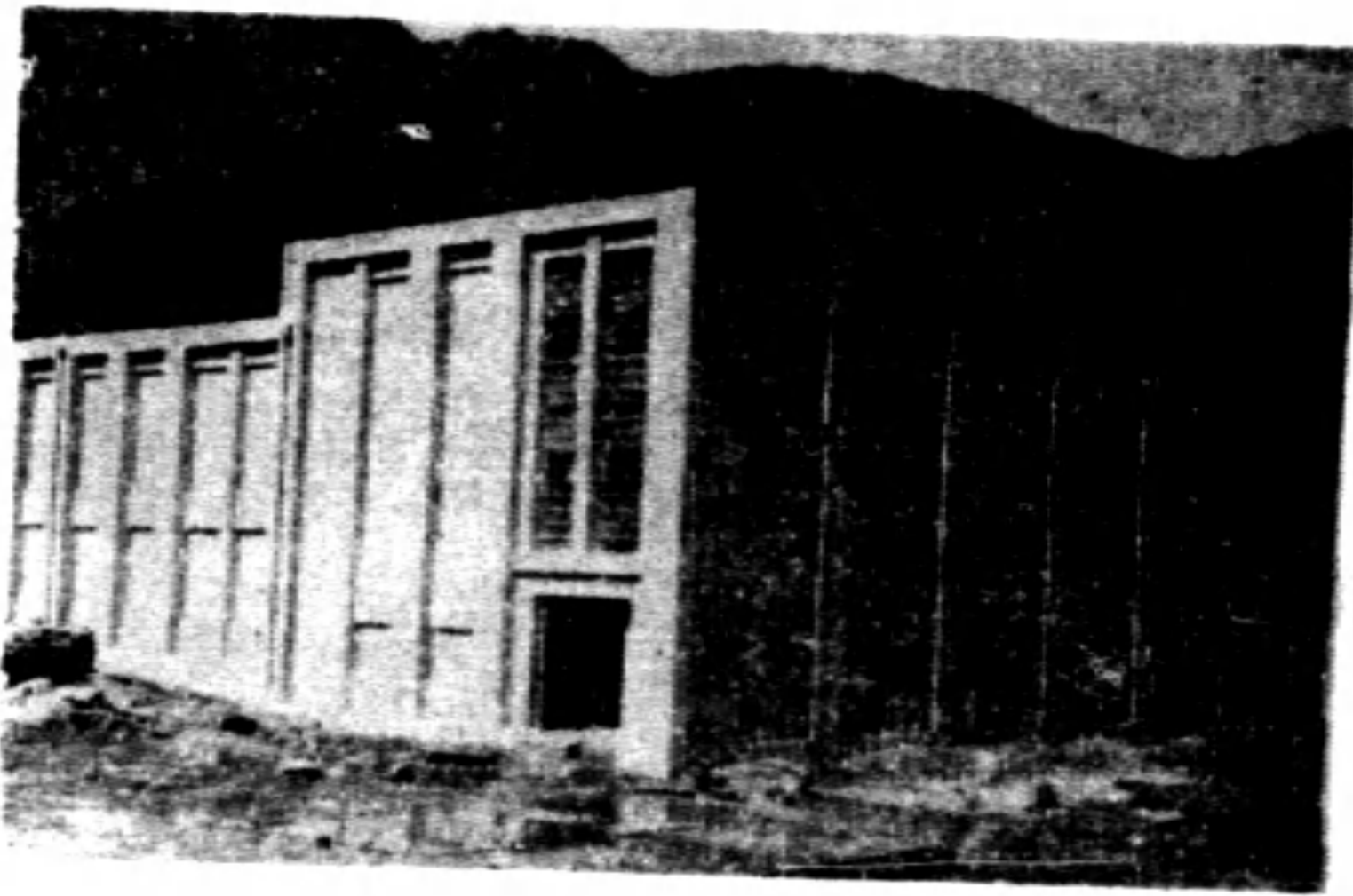
(b) 一在東連島上,燈光視力 6 海里。



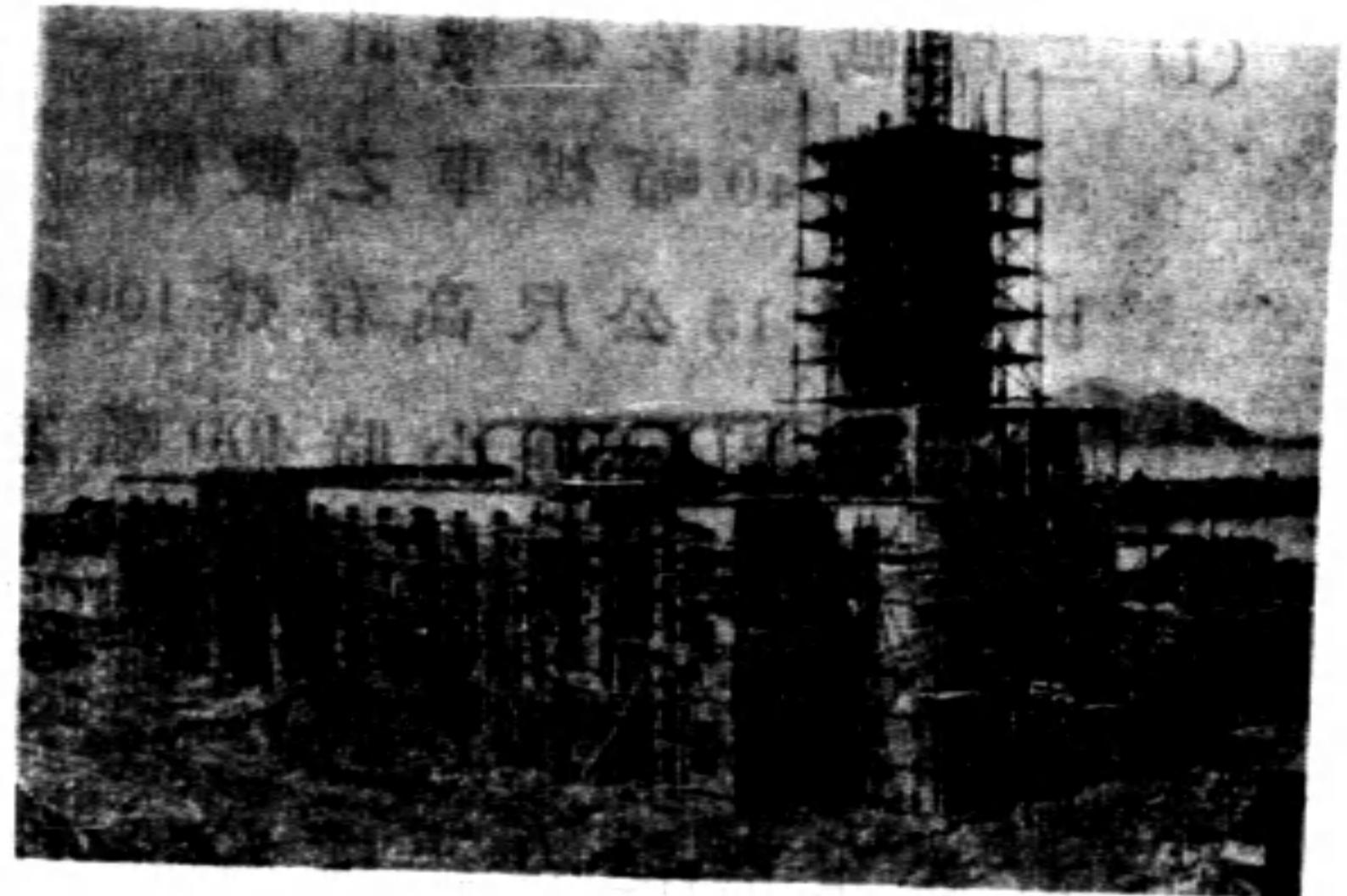
圖(七十一) 一號碼頭設備



圖(七十二) 一號碼頭貨棧



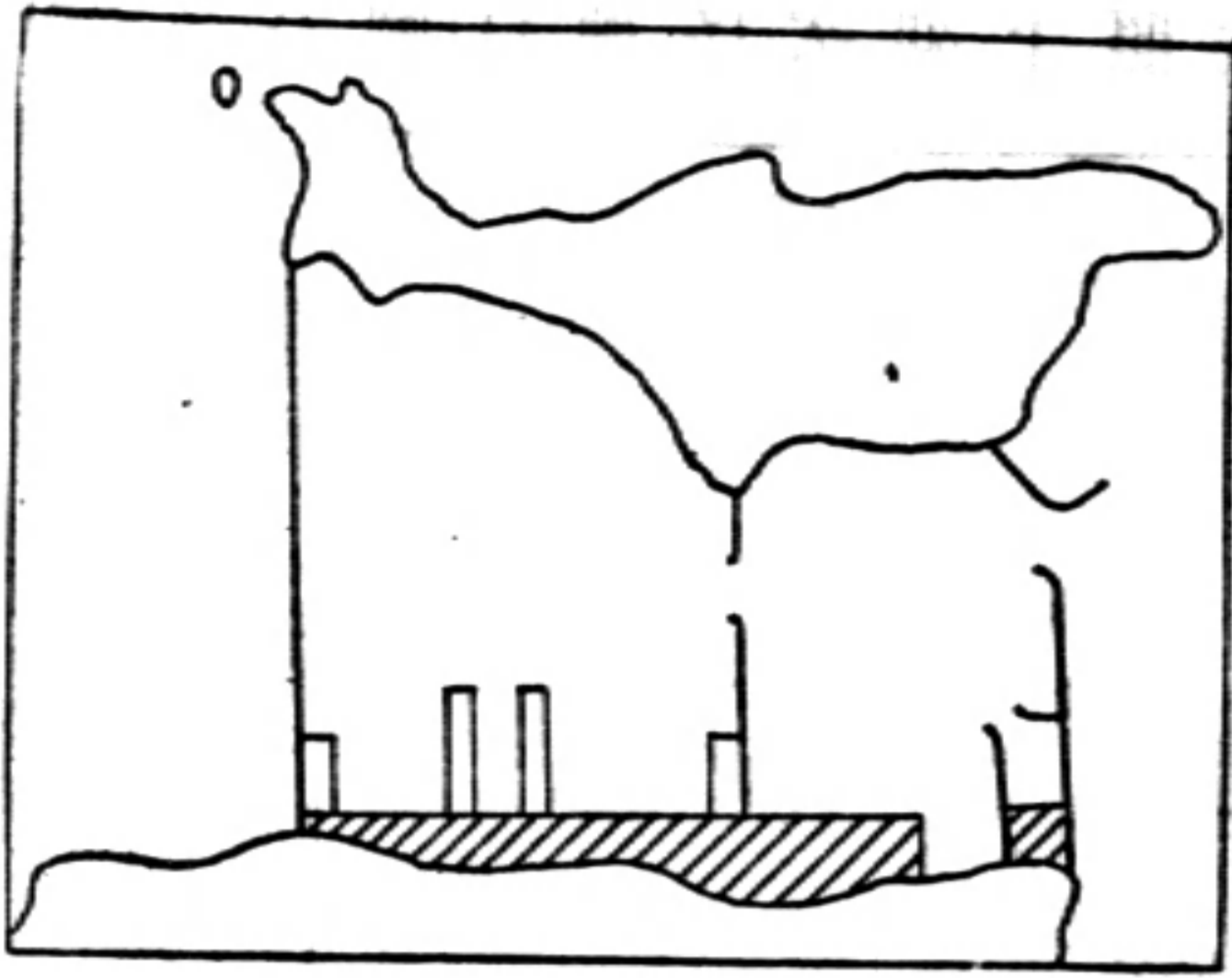
圖(七十三) 發電廠



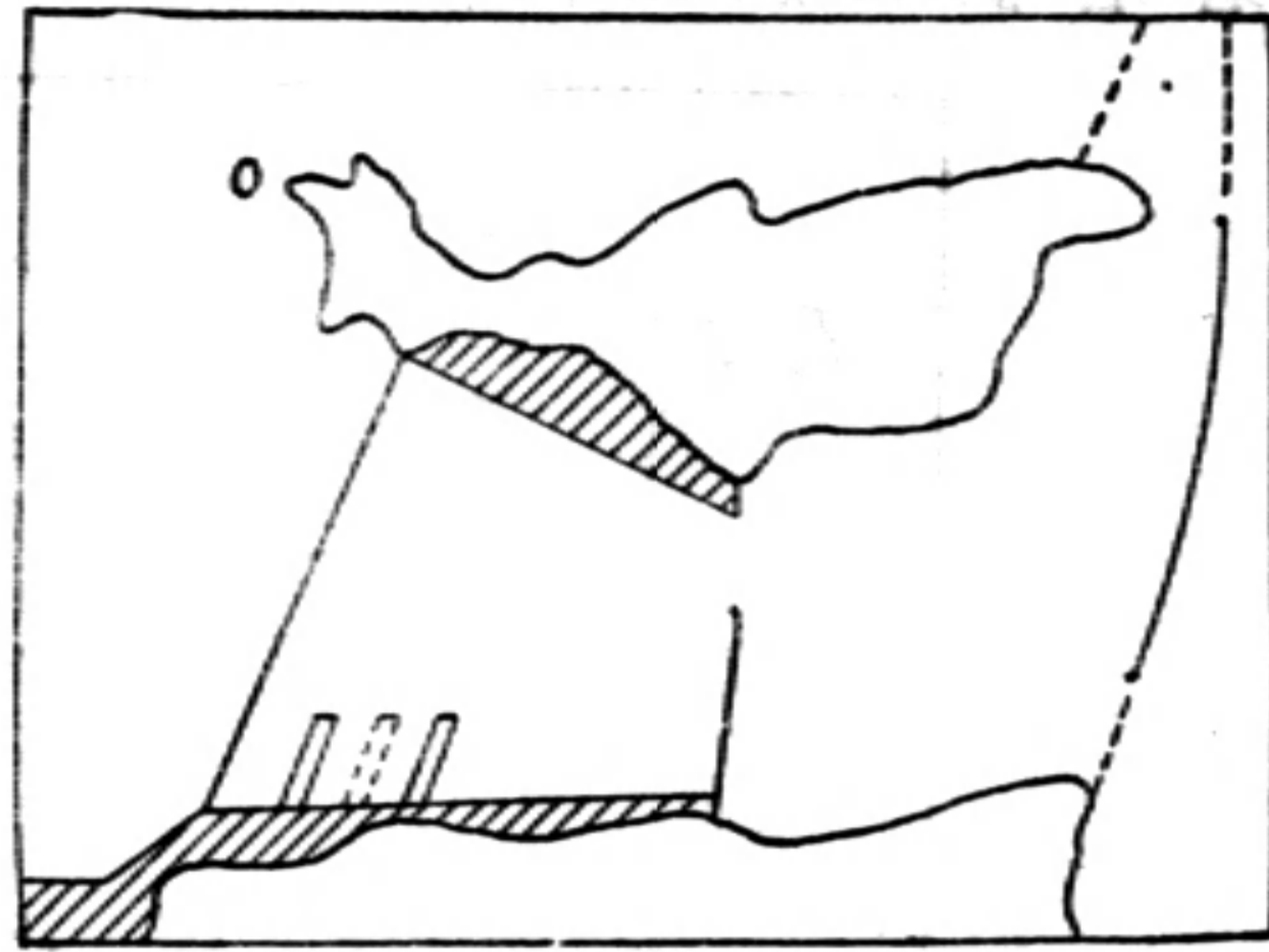
圖(七十四) 建築中之隴海大樓

#### (四) 本港最近將來發展計劃葛議

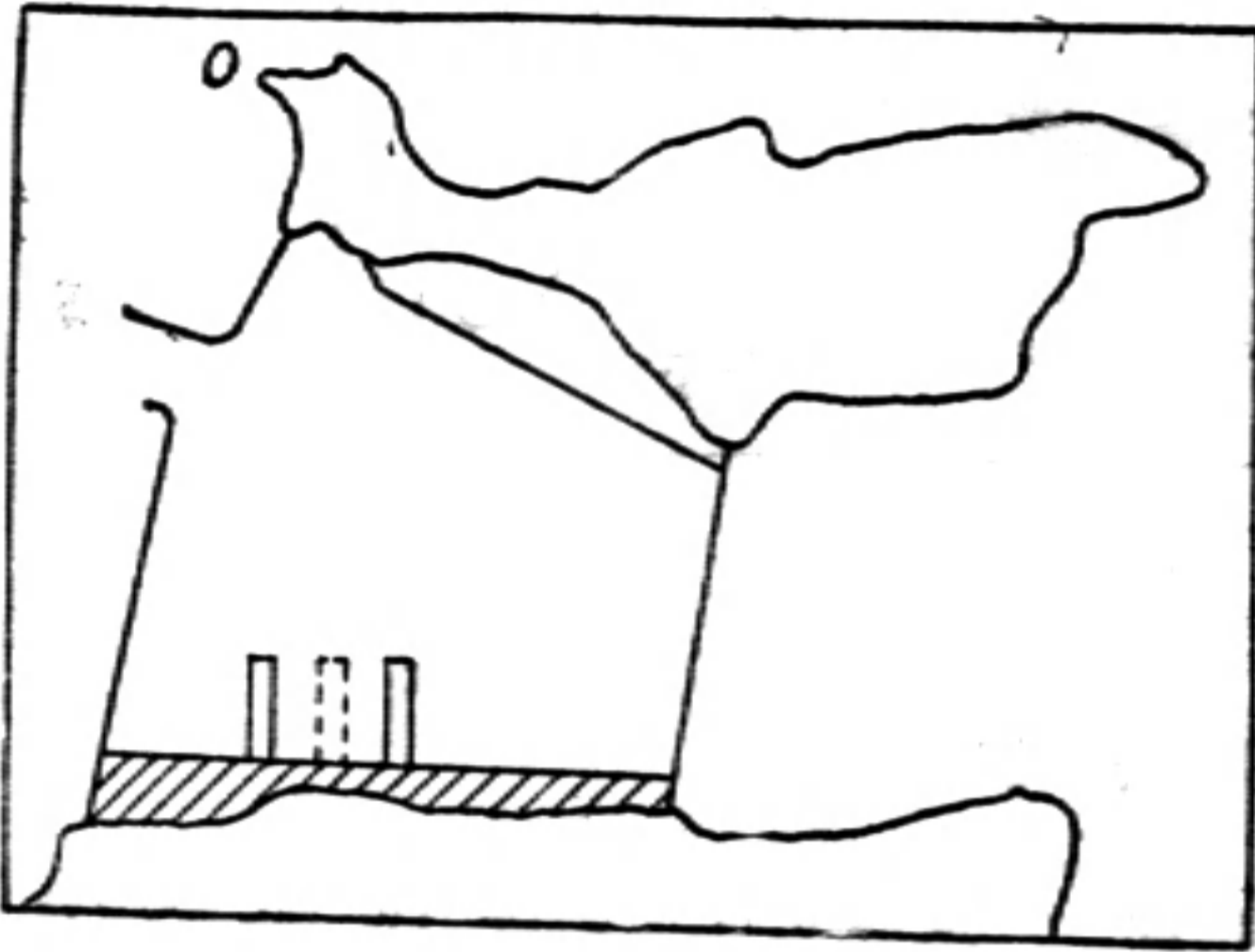
本港貨物之出入,完全仰仗隴海鐵路之運輸,無其他內河航運爲之扶助,故將來營業上之發展,與青島海港情形大致相同。據青島港務統計年報,1931年出進口貨物總額,爲 2,283,800 噸。夫青島海港,以 30 年來之經營(港工告成於 1906 年),始得今日之繁營,固非一蹴而幾也。本港經營伊始,營業發展之期望,當然亦不能過奢。今假定本港 30 年後,可得到同一之成績,(據范丹卜魯凱工程司報告,營業初年,出入口貨物,可達 1,400,000 噸),則是最近 30 年之設備,與青島海港相等,亦可敷用。統觀以前法荷工程司,儘量利用西連島海灣之設計(圖七十五至七十九),爲最近數十年之發展,



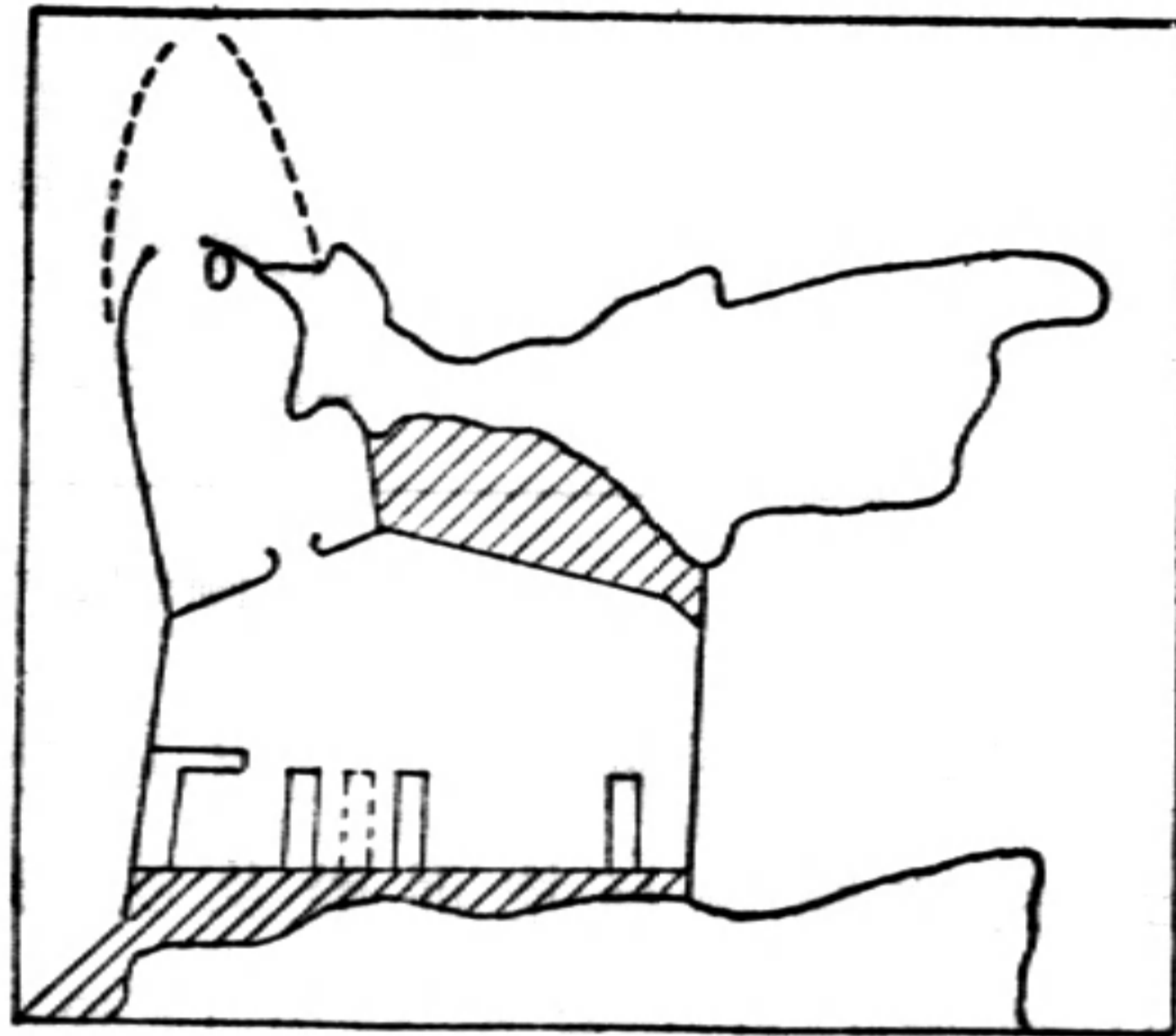
圖(七十五)



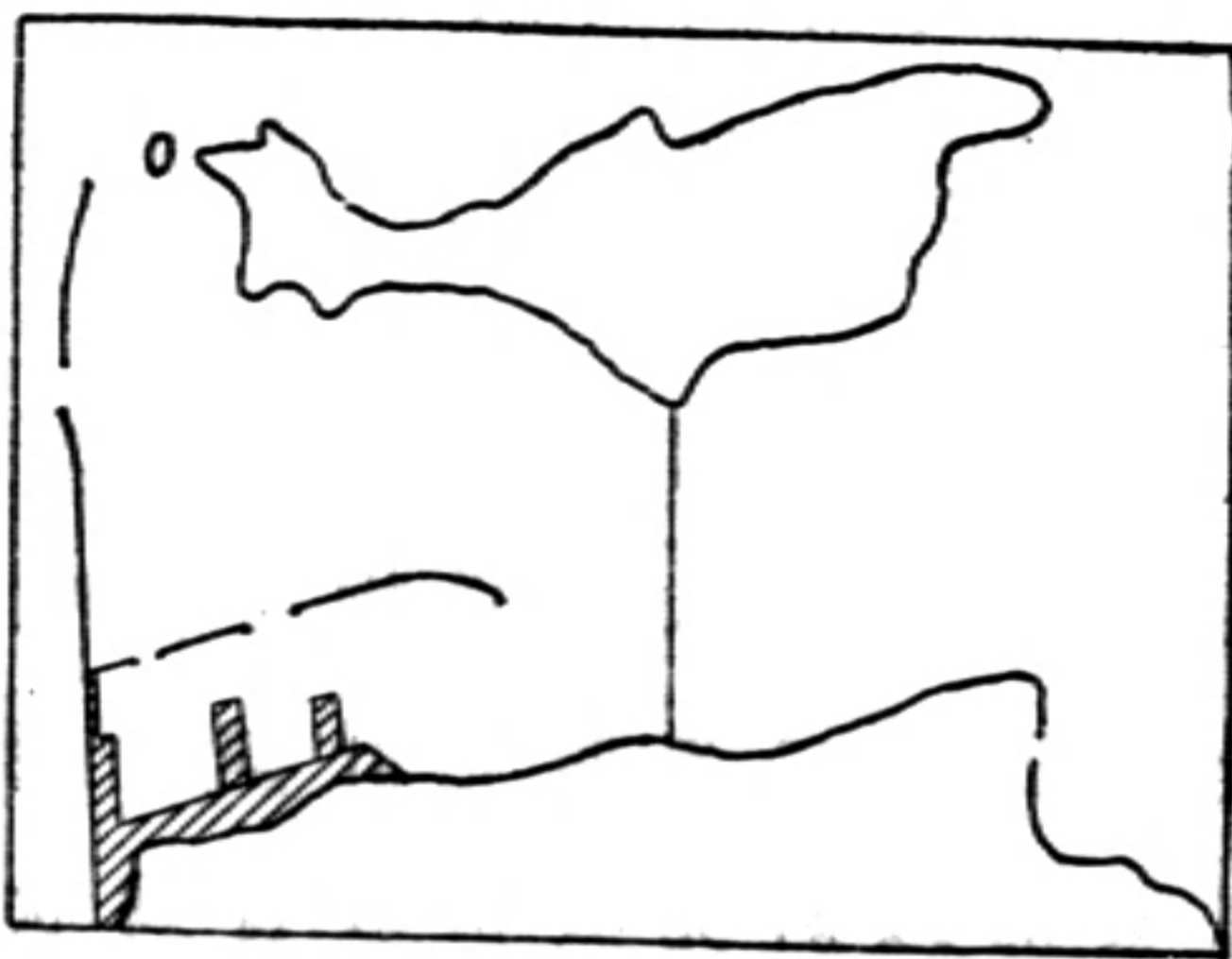
圖(七十六)



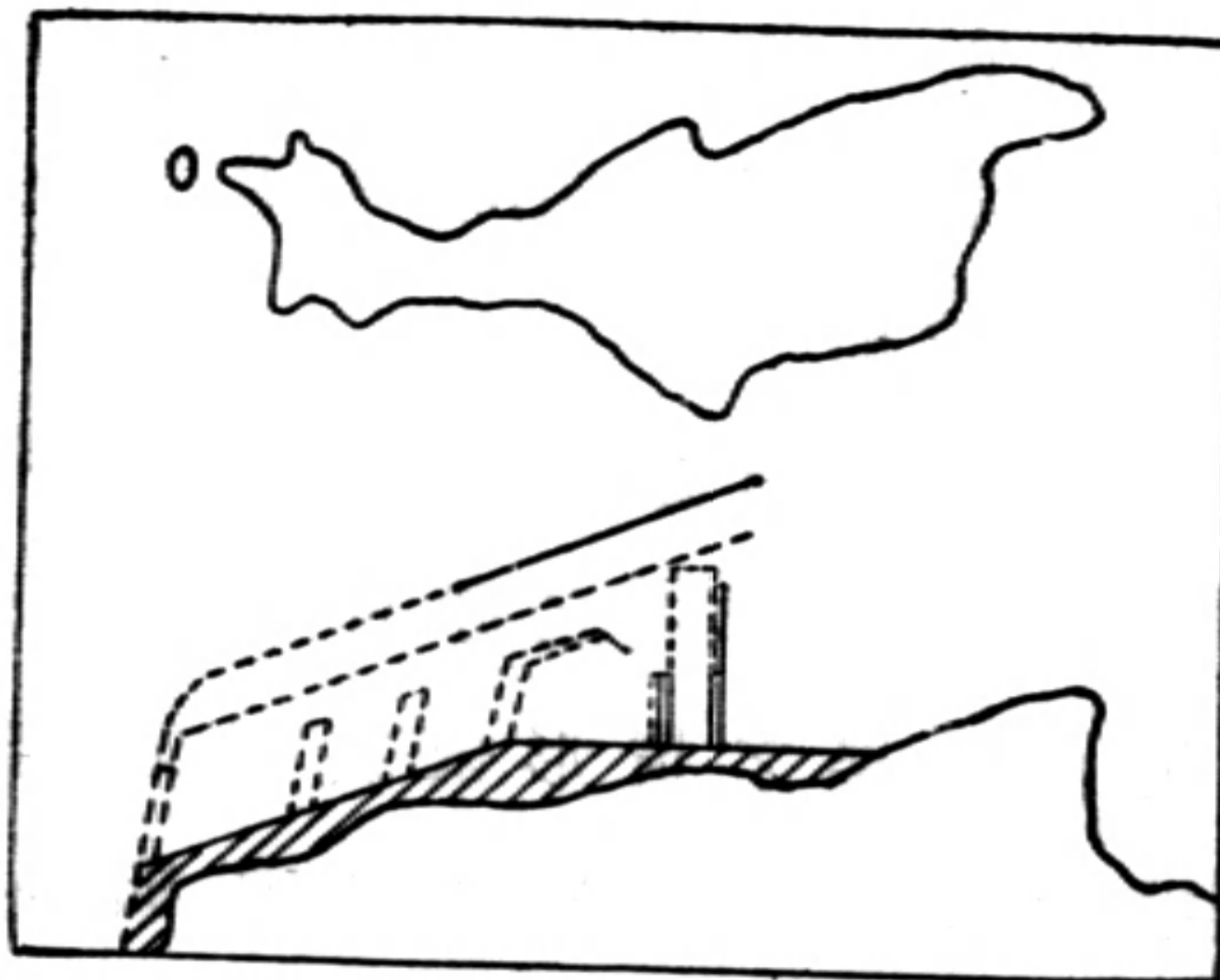
圖(七十七)



圖(七十八)



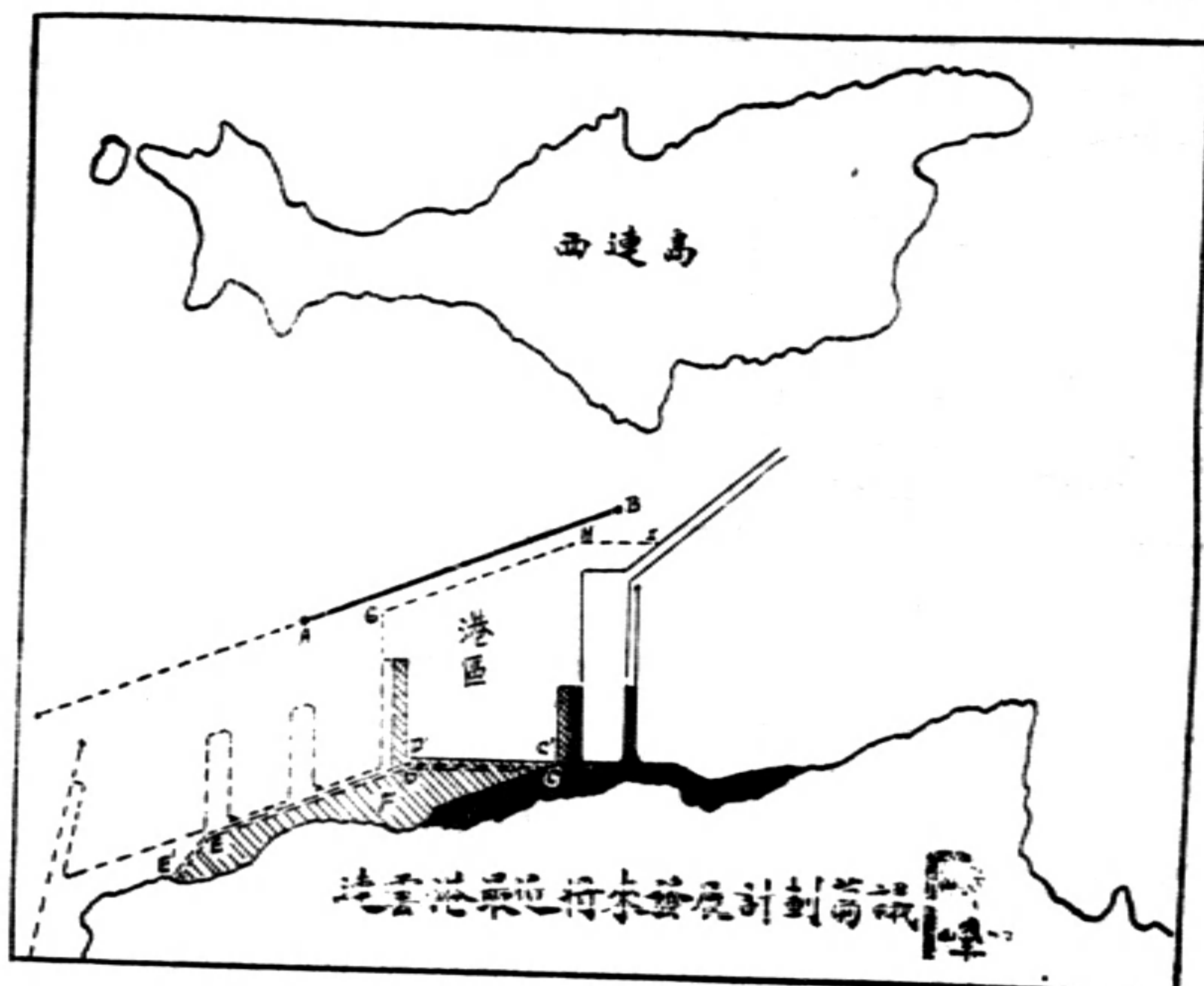
圖(七十九)



圖(八十)

規模似屬過大,况港區內既有淤填之事實,保養龐大港區不易之一點,尤當注意。最近荷蘭治港公司技術代表耿德生工程司,曾擬一較小計劃,如圖(八十),似比較切實合用。唯為最近之數十年計,

據著者個人意見，竊以為當儘先按照下列次序施行(圖八十一)：



圖(八十一)

- (1) 完成止浪壩 A B 一段，計 2000 公尺；
- (2) 租或購鏈桶挖泥船及吹泥機各一隻，以便挖深港區及填地；
- (3) 建築 C D E 石堤一段，以為填地面積 F 預備；
- (4) 在 G H I 界內挖泥，吹入面積 F；
- (5) 加寬二號碼頭，及建築靠船牆 C'D'，為第三碼頭。
- (6) 建築第四碼頭，深在零下 10.00 公尺，以便容納 6000 噸級之外洋輪船。

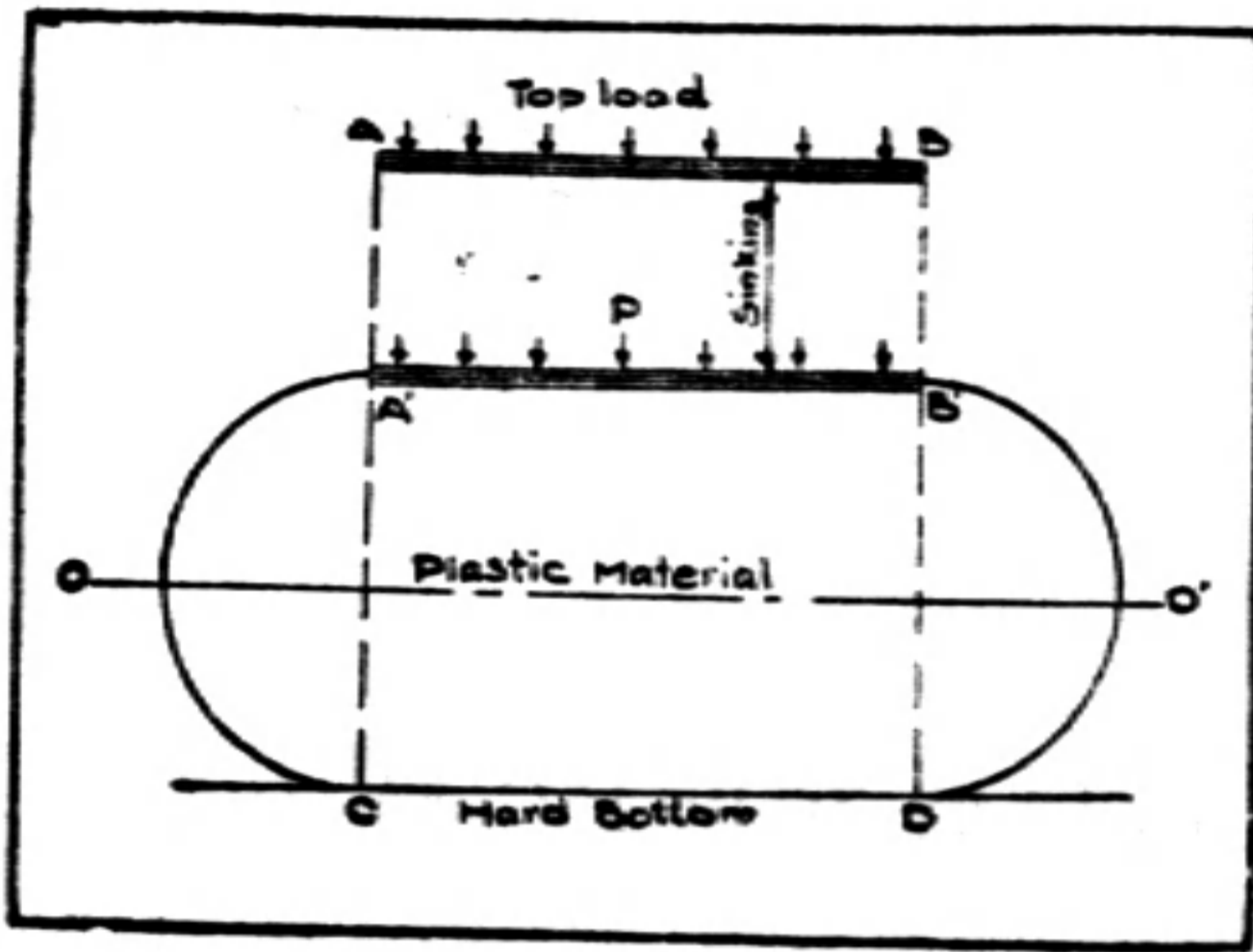
以上各項建築完成後，其港區之面積，與碼頭牆之長度，將與青島大港相埒；以之應付每年 2,000,000 噸之出入口貨物，必能敷用。以後視發展之情形，依實地之需要，再作第二步擴充計劃，自能應付裕如。謹供芻蕘結束本文，願各專家加以研究與指教，實為欣幸！

### (附錄) 石堤在膠泥海底移動之研究

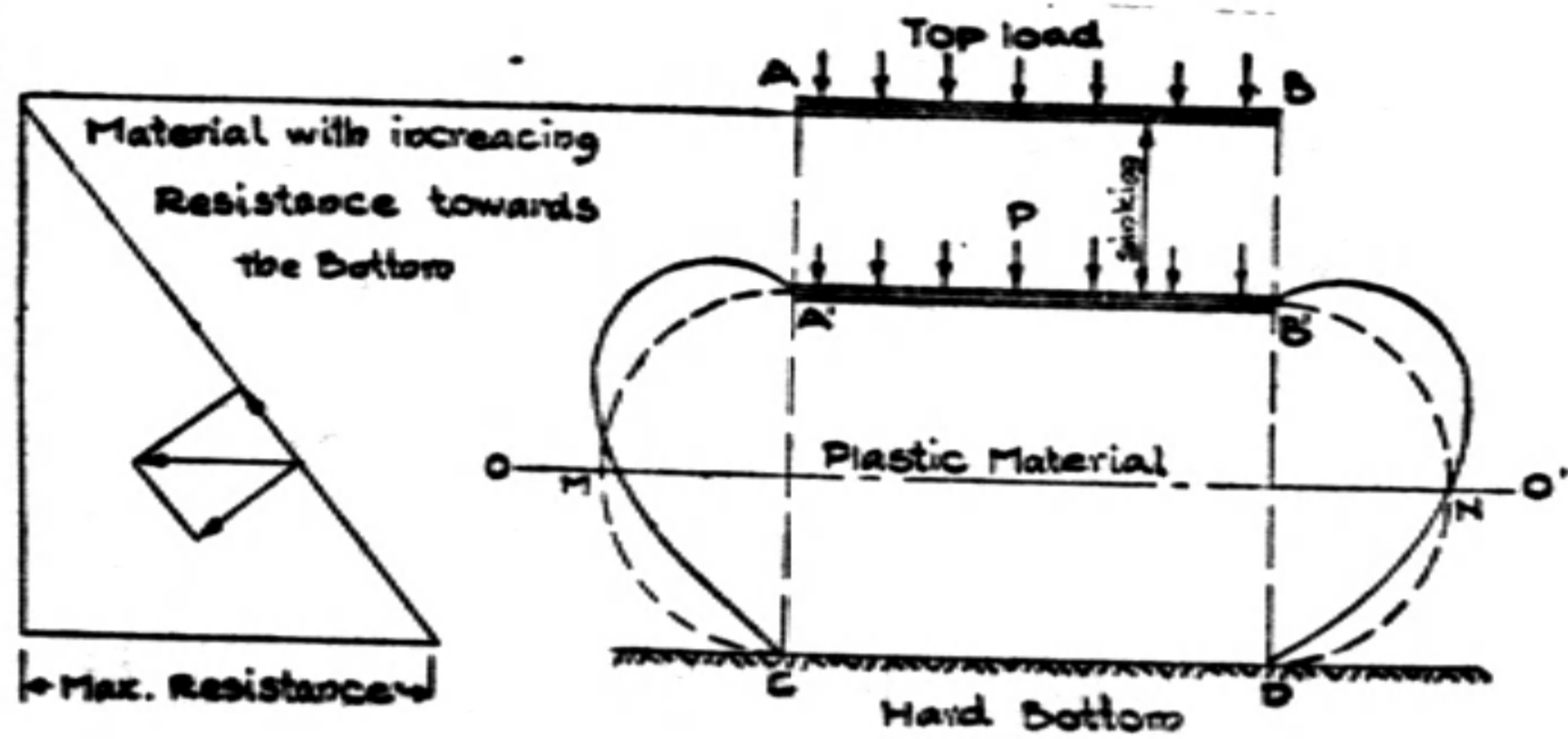
海壩工程，在此種膠泥，遭遇困難，連雲港工，並非首創記錄。遠之如意大利 Spezzia 海港及荷蘭洛特丹姆(Rotterdam)海港，近之

如澳門海港,均有前例。

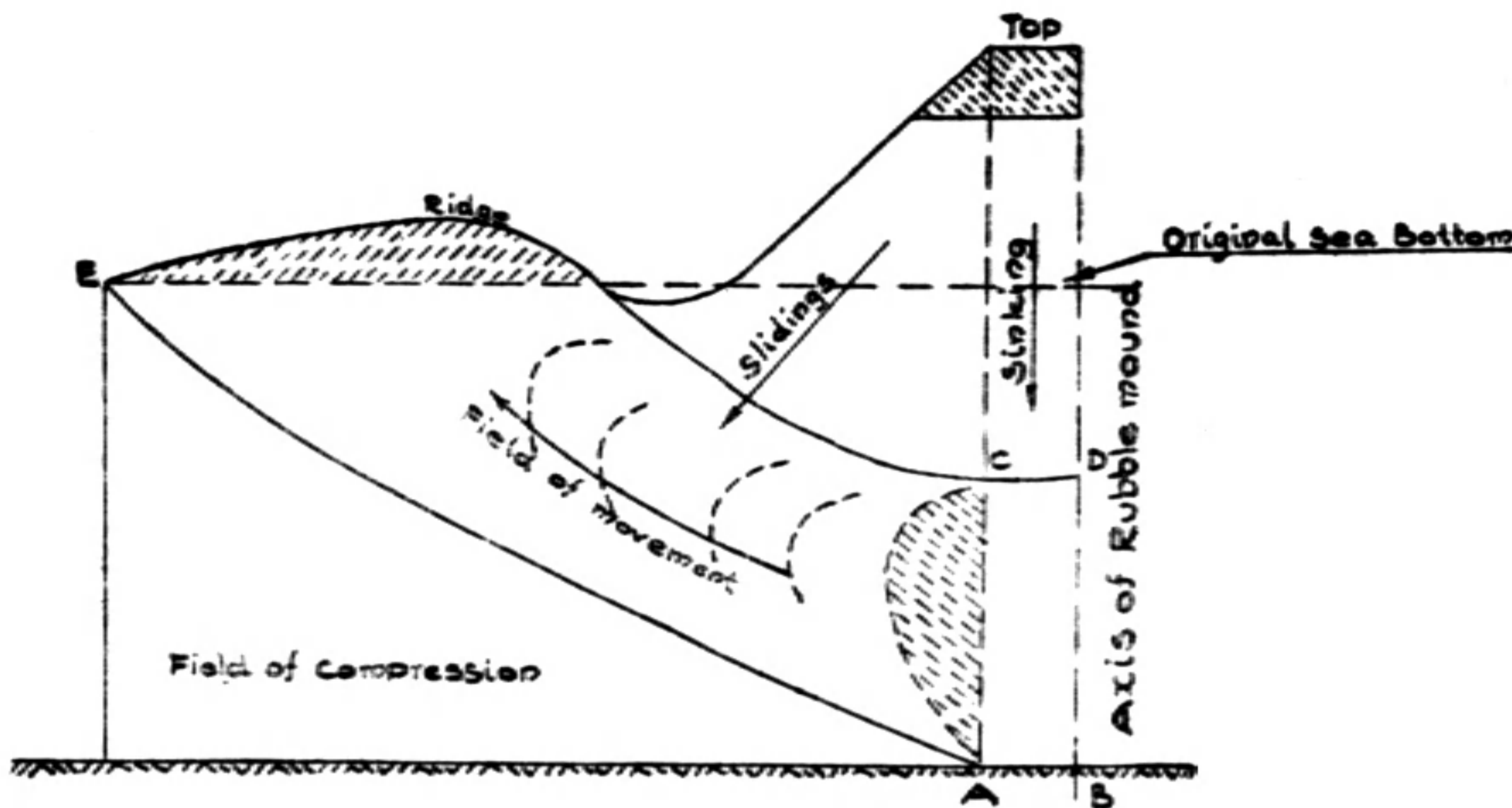
查是項膠泥之性質,原為具有半流質性的柔韌物 (Plastic Material), 若取該泥一方 A B C D, 上加重量 P, 則該泥塊向左右突出,如圖(八十二), 但在海底時,周圍尚與同樣膠泥相連,在 A'B' 下面積向左右開展,須遇相當阻力;而此項阻力之增加,與深度成



圖(八十二)



圖(八十三)



圖(八十四)

正比例(見前章止浪壩載重試驗),故在 0-0' 以下向外展出面積,比 0-0 以上者較小,如圖(八十三)。因之,如重量 P 漸漸增加,則面積 A' MC 或 B' ND 隨之加大向上移動,而成圖(八十四),故堤身下沉而兩旁反有膠泥隆起,靠近堤脚反有窪下之深溝。本此理論,再將石堤下沉之步驟,加以解說如下:

當石堤漸次築高時,在堤底中部 A<sub>1</sub> 點之重量,大於在堤脚之

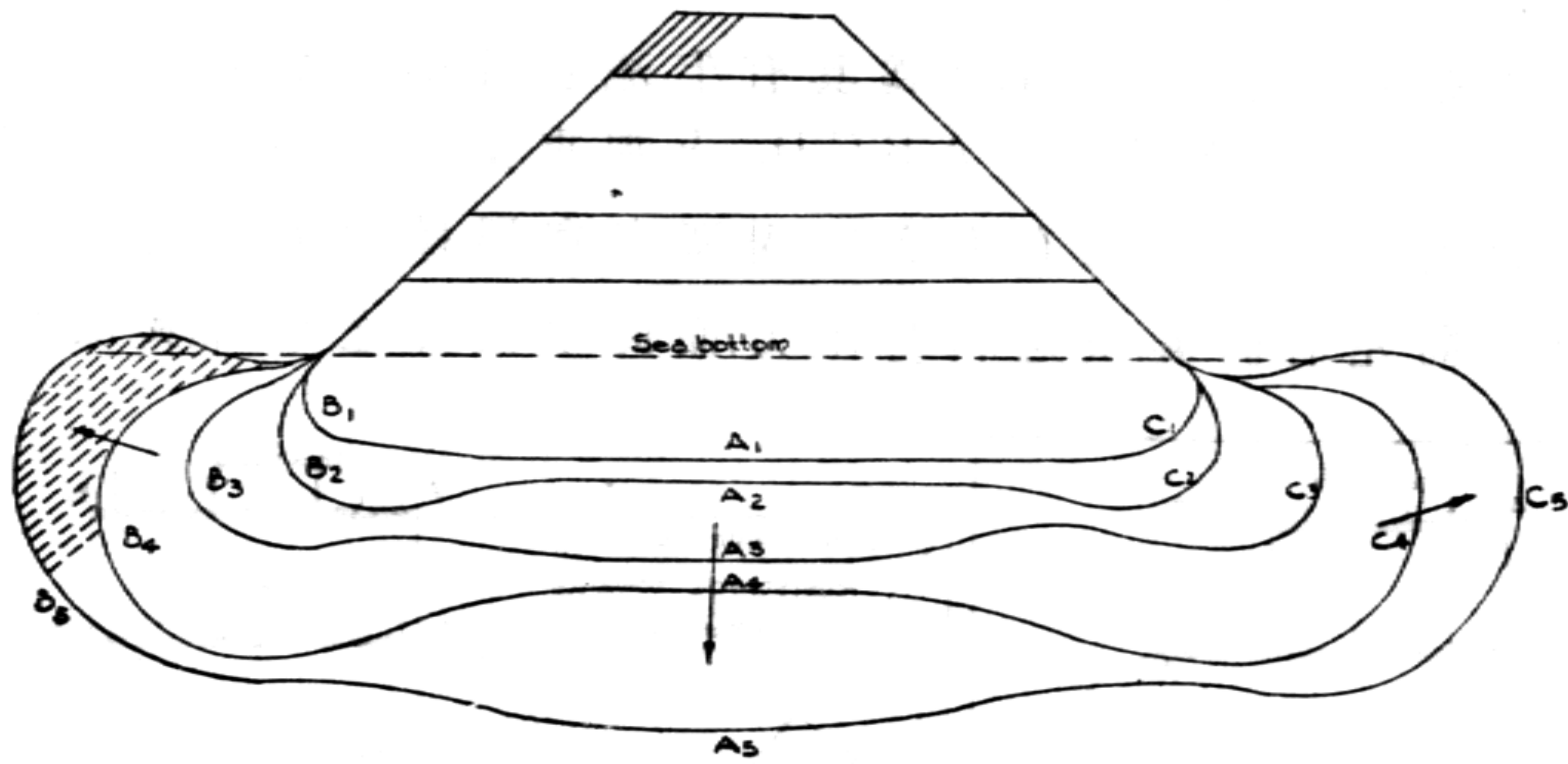


圖 (八 十 五)

$B_1C_1$  因之在  $A_1$  下之泥層,受較大之壓力,即同時有比  $B_1C_1$  較大之反抗力。故堤高再次增加時,  $B_1C_1$  下沉,將較  $A_1$  為多,而向  $B_2C_2$  移動,直至得到相當之抗力而止。及石堤重量再增時,  $A_2$  將下沉至  $A_3$ ,而  $B_2C_2$  非不沉,但將向兩旁阻力較小之方向移動,而至  $B_3C_3$ 。依同理得圖 (八十五), 中  $B_4A_4C_4$ ,  $B_5A_5C_5$  等線,試以上項理論與前篇所述止浪堤及二號碼頭外堤之失敗情形相參證,當知其與實際極為近似也。

# 杭州閘口發電廠三年來改進概要

陳 仿 陶

## 導 言

杭州電氣公司發電所有三。最初成立者在板兒巷，蒸汽方式與良廠同，現已取消，茲不贅及。次成立者在良山門，用蒸汽透平發電機，汽壓一百七十五磅，汽熱華氏五百二十度，告成於民國十七年以前。新廠建築在閘口水澄橋，民國十九年四月興工，廿一年十月底告竣，亦用蒸汽透平發電機，汽壓三百五十磅，汽熱華氏七百度，設備較新，鍋爐燒粉煤，採用磨煤機及噴燃器，係國人自辦電廠之首一家。自民國廿一年十月底開廠以來，發電效率逐年進步（見表一），障礙雖多，亦逐漸解決，除燃煤部份劉崇漢君另文發表，載在電工第六卷第一二號外，茲擇其要者略敘如下，以供海內同志參考。

表（一） 歷年發電效率增加之比較

年 份	熱 效 率	比 率	附 註
19	9.95%	100 %	板良兩廠發電
20	10.42%	104.7%	全上
21	11.31%	113.7%	十月底起閘廠發電板廠停良廠開小部份
22	15.80%	159.0%	八月中旬前鼓樓分電所未成立晚間閘良兩廠同時發電
23	18.66%	187.5%	本年閘廠發電良廠全停
24	19.30%	194.0%	全上

由上表，知六年之內發電效率增進二倍，而在良廠發電時代，實無甚進步。閘廠因蒸汽壓力及熱度提高，設備新穎，用科學方法



管理,遂大見成效,發電熱效率之高,爲國人經營電廠之冠,然以與歐美大電廠熱效率在 25% 以上,甚且達 30% 者比較,則猶如小巫見大巫也。

## 機 器 設 備

開口發電廠係包括煤場,鍋爐間,透平間,配電間,打水間,化驗室等,其機器設備大概如下:

### (甲) 鍋爐間設備

鍋爐面積約佔 8400 方呎,可裝鍋爐四座,現已裝置者兩座,係司得令水管式,美國燃燒公司(International Combustion Engineering Corporation)製造,每座容量爲:

汽壓	每方吋 365 磅
汽溫	華氏 726 度
受熱面積	10400 方呎
蒸發汽量	每小時 60000 磅

鍋爐每座置磨煤機及噴燃器各兩具,每小時能磨煤六千磅,用 75 馬力之交流電動機直接轉動。其進煤之多寡,隨負荷之高低而增減,以直流電動機一座自動節制之。煤屑磨成粉末後,噴入爐膛而燃燒。每座鍋爐裝置送風機及吸風機各一具。送風機引取鍋牆夾道中之暖氣送入爐內,以助燃燒,一部份則入磨煤機,使煤末乾燥,易於着火,其量在華氏表 250 度及水柱 6 吋時,每分鐘送風 30200 立方呎。吸風機吸取鍋爐內業經燒完之煤氣,送入烟肉,其量在華氏表 440 度及水柱 3 吋時,每分鐘吸風 48400 立方呎。此等風機皆用交流電動機直接轉動。

省煤機裝在鍋爐後部,有上下氣泡二具,中連以水管。受熱面積每座 4060 方呎。鍋爐之水,先經此器,使溫度升高,再入鍋爐本部。

### (乙) 透平設備

透平間面積約 4800 方呎,現已裝置透平機兩座,每座約 7500

基羅瓦特,共有15000基羅瓦特之發電量。將來如欲擴充,尙可增至四倍,即達至60000萬基羅瓦特。目前開用一座,適足供全市電流之需;其餘一座,則作備用。該機係英國湯姆好士頓廠(British Thomson Houston Co.)製造,每座規定爲:

透平汽壓	每方吋 350 磅
透平汽溫	華氏 700 度
透平轉數	每分鐘 3000 轉
發電容量	7500 基羅瓦特
發電電壓	14000伏
電力因數	80 %
電氣方式	三相五十週波三又接連中 和點經電阻而入地

透平機爲高電壓衝動式,共有葉子十八道。在第十二至十四道之間,一部份之蒸汽,可隨時抽出,以供蒸溜器及暖水器之用。

透平調速器用高壓冷油而動作;其速度之高低,可於配電室內經小馬達一具而控制之。

發電機,勵磁機均與透平機直接連合。勵磁機有正副兩座;副座之電流供給於正座勵磁,正座之電流則供給發電勵磁之用。

發電機內部之空氣與外間隔絕,使塵埃不能入內。每機裝有冷氣器兩具,用凝汽器循環水一部份以激冷之。氣溫之升降,有寒暑表一具及自鳴警鈴限制之。如溫度過高,而超出預定之數量,則警鈴自鳴,使管理人注意,加以人工調整,以避免危險。

### (丙) 凝汽設備

凝結器兩座,係瑞士愛雪惠司廠 (Escher Wysser) 製造,每座容量如下。

凝汽面積	13000 方呎
凝汽容量	每小時 78000 磅
凝汽真空	28½ 吋
凝汽水幫浦容量	每小時 100000 磅

循環水幫浦容量 每分鐘 156000 磅

真空器容量 每小時抽氣 50 磅

循環水幫浦兩具，裝於打水間內，每具容量足夠凝汽器一座全負荷時之用。該機為離心橫臥五級式，用 175 馬力交流電動機直接轉動，速度每分鐘 725 轉。電機之一為鼠籠式，其他為滑圈式，可使速度高低以節制水量。

凝結水幫浦三座，每座容量足夠凝汽器一座全負荷之用。其中一座為預備機。均用 10 馬力交流電動機直接轉動，速度每分鐘 1450 轉。

真空器三座，裝於透平間，係高壓蒸汽兩級式，抽氣容量每小時 50 磅，耗汽每小時 1000 磅。

#### (丁) 飼水設備

1. 濾水器 全廠用水，如鍋爐及機器軸承所需之冷水等，均取給於錢塘江。先經濾水器排除一切澱物，然後儲藏於沙濾水箱，以備隨時取用。

濾水器共兩座，每座容量每小時能濾水 4100 加侖，附有汽壓機一座，以供沖洗之用。

2. 蒸溜器 錢塘江水含鹽質，泥沙甚多，須經沙濾後再入蒸溜器，使其蒸發而成淨水，以補充鍋水之用。蒸溜器計一座，容量每小時能蒸發江水 5000 磅。

3. 暖水器 計一座，江水經沙濾及蒸溜後，遂入此器，使溫度增高，並排除養氣，然後經進水機而入鍋爐，其容量每小時能使二十萬磅之水自華氏 140 度增至 200 度左右。

4. 鍋爐進水機 共三座，每座每小時能進水十萬磅。其中二座各用 100 馬力電動機轉動，速度每分鐘 2920 轉。其餘一座用蒸汽透平轉動，速度每分鐘 3700 轉；此係備機，以防停電時進水之用。

#### (戊) 配電設備

總配電板共五座，計發電機石板兩座，廠用變壓器石板一座，

及輸電綫石板兩座。油開關與配電板，係分裝兩樓，均用直流馬達自働開關，其控制機鈕則裝置總配電板上，母綫爲複式，可互相替用，以便修理廠用變壓器三具，每具爲單相500開維愛，互相連接而成三相，供給全廠電動機電流之用。電壓自1490伏至600伏。廠用電燈另有37開維愛單相小變壓器，供給電壓自600至120伏。

前項設備外，尚有電動發電機及蓄電器各一座，供給油開關小馬達及磨煤機進煤馬達之直流電，及停電時廠內燈電之用。

發電機之保險設備，分爲過流保險器及平衡保險器，磁場遏止器三種。

#### (己) 附屬各機設備

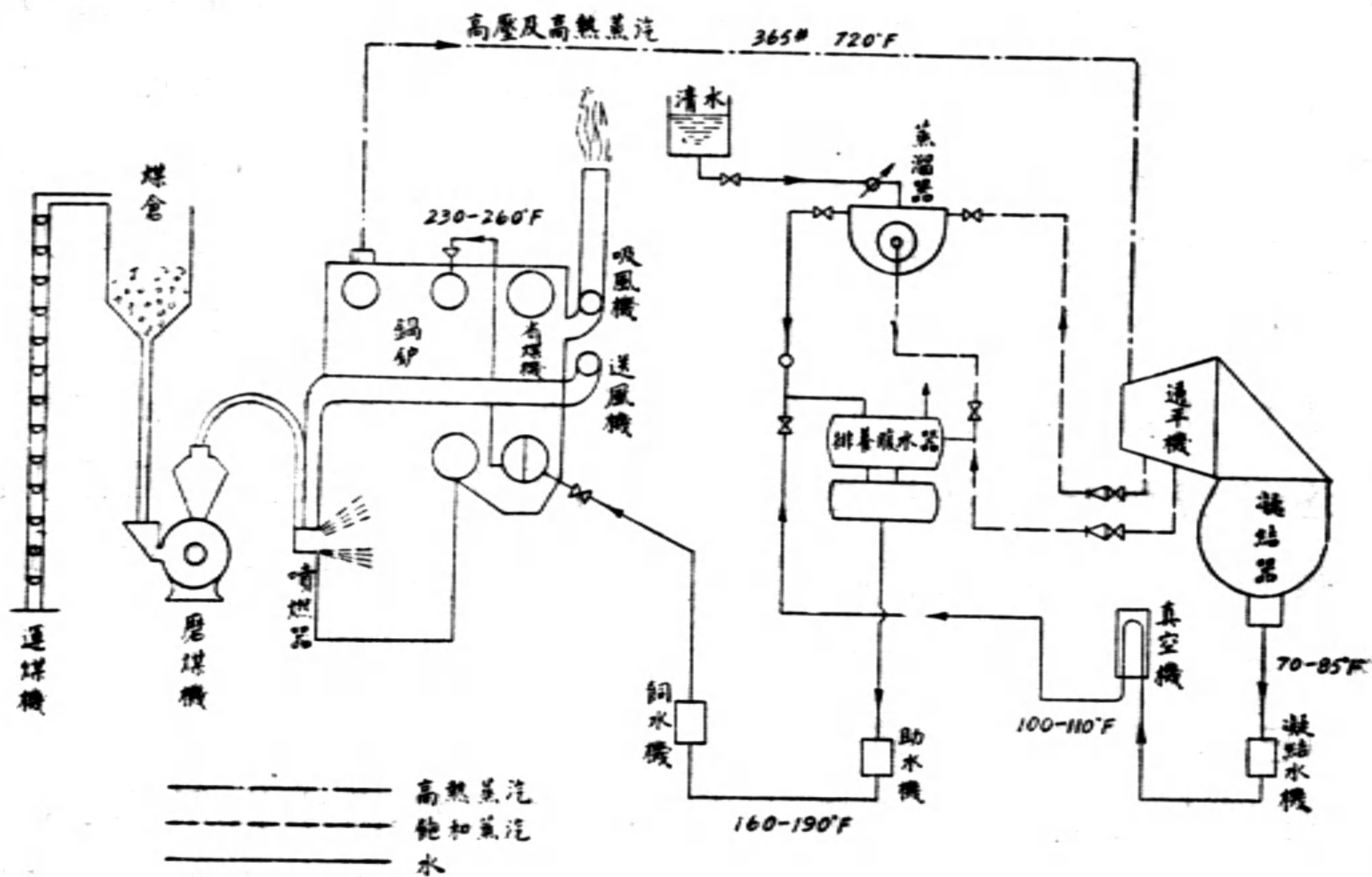
全部各附屬機，如循環抽水機，凝結水機，濾水機，飼水機，送風及吸風機，磨煤機等，皆用三相式550伏之交流馬達；進煤機則用直流馬達以便調節進煤速度。鍋爐燃燒及送風，吸風，磨煤，進煤等管理，係集中於一處，稱爲控制盤。該處附設各種汽表，熱度表，風力表，進煤速度控制器，汽量表，飼水量表，炭養二表等，爲鍋爐管理之神經中樞。

#### (庚) 化驗室設備

化驗室內備有化驗煤屑，爐灰，烟氣，用水P.H.及排養等之全部儀器，並置有汽表較準器及高低熱度表數十只，備測驗之用。

## 工作狀況及改良

開廠工作狀況見第一圖。煤場之煤，由運煤機運入煤倉而入磨煤機。該機用直流馬達進煤。粗煤經過磨煤機後，即成粉末，再經過分別器使粗者重磨，而細者入噴燃器燃燒。透平機利用鍋爐所產生之高壓高熱蒸汽發電。廢汽入凝結器化爲水，溫度約在70°至85°F.之間，視真空而定，此水經過真空機而至排養暖水器。排養器利用透平機第十四級抽出之蒸汽及蒸溜器蒸發之汽，使水溫度增高，自160°至190°F.左右，然後經過助水機及飼水機而入省煤器。



第 一 圖

省煤器利用烟氣餘熱，使餵水溫度增高，自  $230^{\circ}$  至  $260^{\circ}\text{F}$ . 不等，而入鍋爐，再生為汽，循環不已。此種工作方式雖甚簡單，但於實際應用上亦頗困難，須設計時預先顧及。本廠成立時急於開廠，設備及方式上未免有疏漏之處，故三年來障礙頗多，茲略述如下：

#### (1) 濕煤問題之局部解決

廠內磨煤機為衝擊式 (Impact Hammer Mill)，而非磨硯式 (Grinding Mill)，水份增高，煤粉細度立減。據實際經驗，表面水份超過 3.0%，即不能得良好燃燒；達 4.0% 時，火常熄滅。鍋爐間地位甚小不便設置爐烟烘煤器，遂採用機內烘煤法 (Mill drying)。預計磨煤器內經過之主風，約佔全體需用燃燒空氣之 20%。若表面水份為 10%，須除去 7%，降至 3%，方合燃燒，則送入磨煤機。主風之溫度當在華氏  $300^{\circ}$ ，乃於二十二年秋每爐設蒸汽熱風器一具 (Steam Coil-air heater)，使主風溫度可增至  $350^{\circ}\text{F}$ ，然後入磨煤機，但此器裝置後，僅能燒含 4.3% 表面水份之煤；當水份超過 5.0%，爐火常熄滅。細究其因，非方式不合，乃應用不得法；緣磨煤機構造，主風入口在上部，

因擊錘旋轉及送煤風扇吸引,此風及煤粉直入分別器,其烘熱及排除水份工作,係在煤被擊以後,當然失其效用。遂將磨煤機改造,使熱風在進煤處及下部輸入,使水份可於未擊時及被擊時排除之,而使煤粉達適當之細度。現時雖水份達9.0%亦能燃燒,而得良好結果矣。

### (2) 測驗燃煤之改良

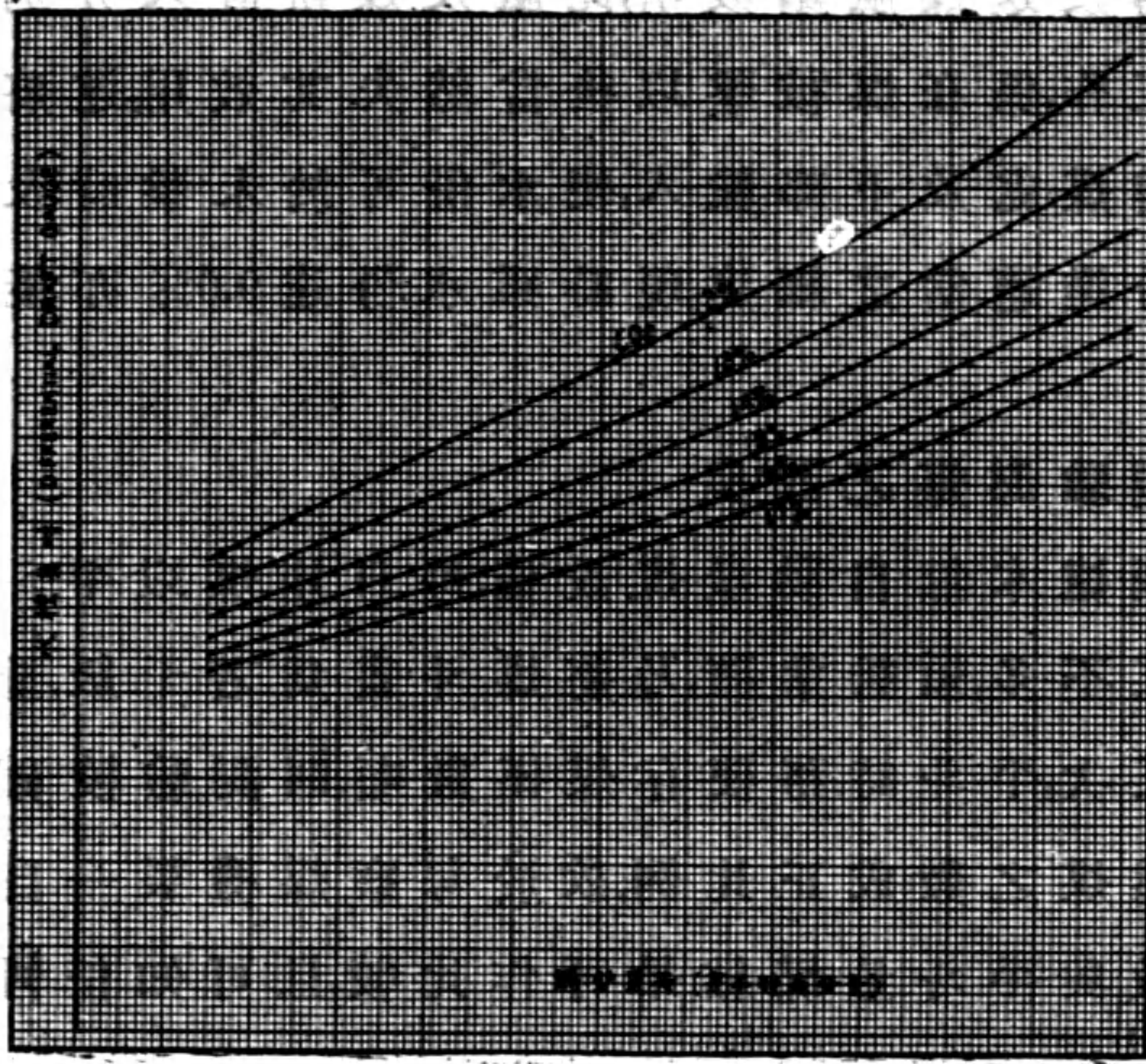
廠內鍋爐本無自動量煤設備,每日用煤以平斗方法測算惟煤斗內存煤不多,頗難準確,乃將煤斗畫為若干級,量其容積,每日按班測驗三次。平斗時務使存煤僅數噸,則測驗較確,此外進煤機之轉數,與燃煤之數成正比例,故於每磨煤機製一自計轉數表,此表所紀轉數,與平斗量煤結果可作比較,且可知任何時間內所用之煤量。

### (3) 進煤速度之改良

進煤機直流馬達原調速器,範圍過小,蒸發量降至每小時二萬二千磅時,該機即不適用,乃於電動子圈內 (Armature winding) 加一多級阻力盤,現時蒸發量降至一萬五千磅時,亦能適用,但再降低,則馬達牽力 (Torque) 降至最小而停止轉運,進煤必用人工矣。

### (4) 燃燒之標準及合理化

凡燃燒必須用適量之空氣,與煤適當配合,使煤之熱力能全體放散於爐內不可過多,亦不可過少,務使烟氣及爐灰可燃物損失為最小,氣熱達到所需之度,而炭養二率達最經濟之數。開廠初成,即從事於主風助風之調節,進煤送風引風之處理,燃燒器配煤器等位置之配合,助風之測驗等,燃燒標準,雖形略具,但無表可使工人有所根據,故去冬在鍋爐上添裝 Differential draft gauge 一具。此表之一端,接於燃燒室 (Furnace), 一端在省煤器烟氣出口。表上水柱之高低,應與烟氣流量,送入風量,進煤量,及鍋爐負荷成正比例。若以鍋爐負荷為橫軸,表上所記水柱高度為縱軸,則可依炭養二率試驗而得數曲綫 (第二圖),再由用煤報告而決何炭養二



第 二 圖

率為最經濟。根據此最經濟曲綫，則鍋爐在任何負荷時，此Differential draft gauge之水柱應若干，皆已預知，進煤進風亦有標準矣。至燃燒需要之空氣，分主風助風兩項，皆取自送風機。該機出口總風道有二，各直接於燃煤器及磨煤機。此風道口徑甚大，風行甚緩，不能以皮氏管(Pitot tube)測驗，故去冬又將總風道及主風管分別改良，俾皮氏管可適用「由總風道所測得之總進風量，減去同時之主風量，即得該時之助風量」之規律。

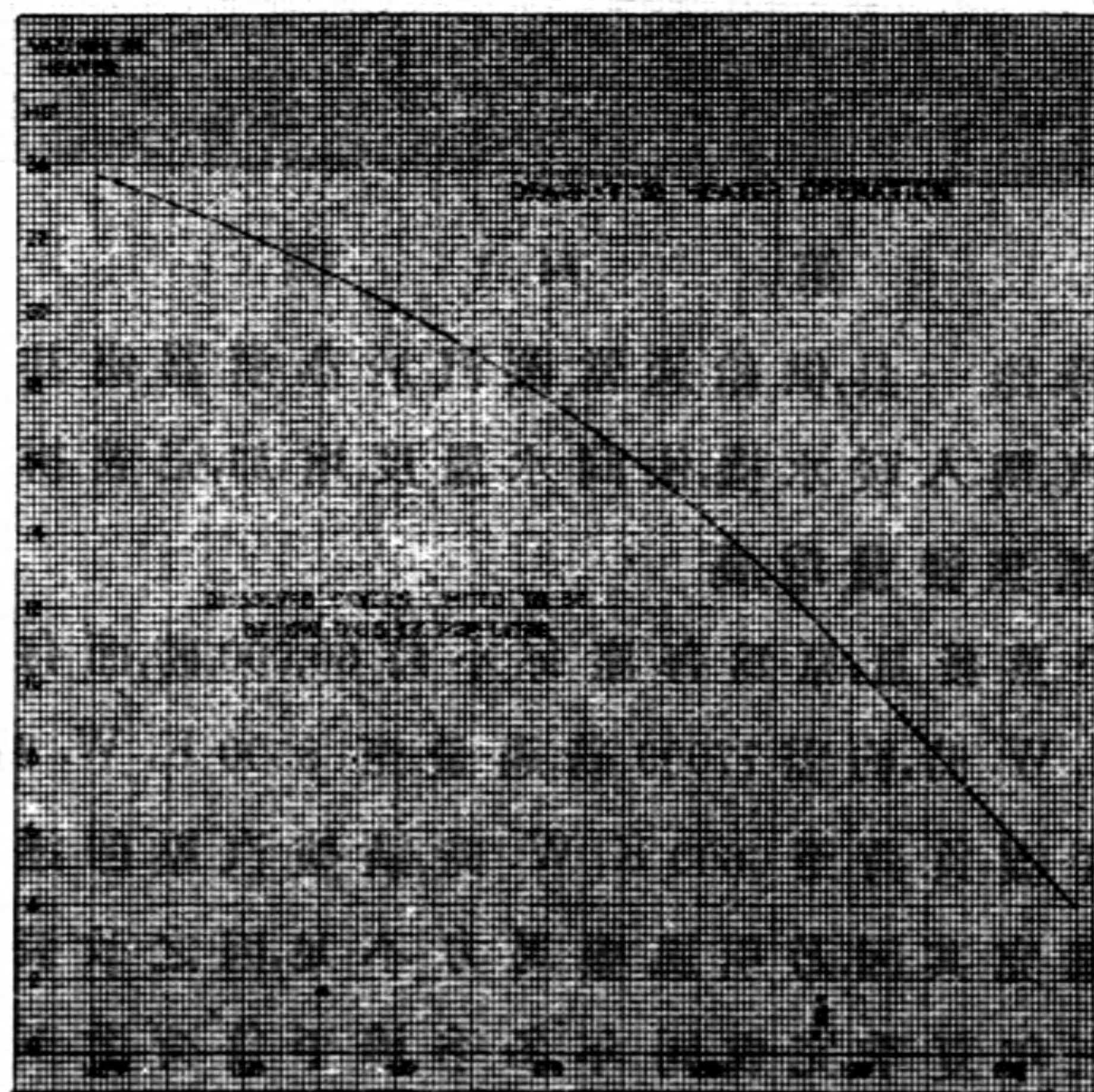
#### (5) 吸熱

開廠省煤器，初用時効力極微，其出口之烟熱超過合同規定數特甚。細究其因，乃下鼓內之三角鐵架及熟鐵隔板構造不良，漏縫甚大，水由隔道直入鍋爐，而不經省煤器之迴管。乃將此等不良處重加改造，施以電焊及石棉布墊，務使無間漏，其効力遂增大，而烟熱降至規定範圍以內。又蒸汽熱度不能達到規定數，其最大原因，乃在爐牆等漏風甚多，爐熱低降，此則為尙須修改者。

#### (6) 飼水

開廠飼水設備,有蒸溜器及排養暖水器,似甚完備,但無淡水池。海潮一月兩至,每次淡水期間僅四,五日,且蒸溜水箱與普通水箱及泥鼓放水連接之處甚多,因此常有鹽質浸入飼水內,而使鍋爐汽管腐蝕 (Corrosion on steam circulator)。自此現象發現後,即從事研究,首將飼水與普通用水唧接處完全分離,次將蒸溜器出汽管增高,免去混流之弊,再將鍋爐內部完全刷除已存鹽質,並添造蓄水池,及更改水管,而後從事於各種飼水測驗及化學處理,俾爐水常保持適當之鹼性及硫酸鈉比例,同時注意於暖水器之排養及凝結器滲漏,故腐蝕現象已成爲過去之事。現時鍋爐情形如下,

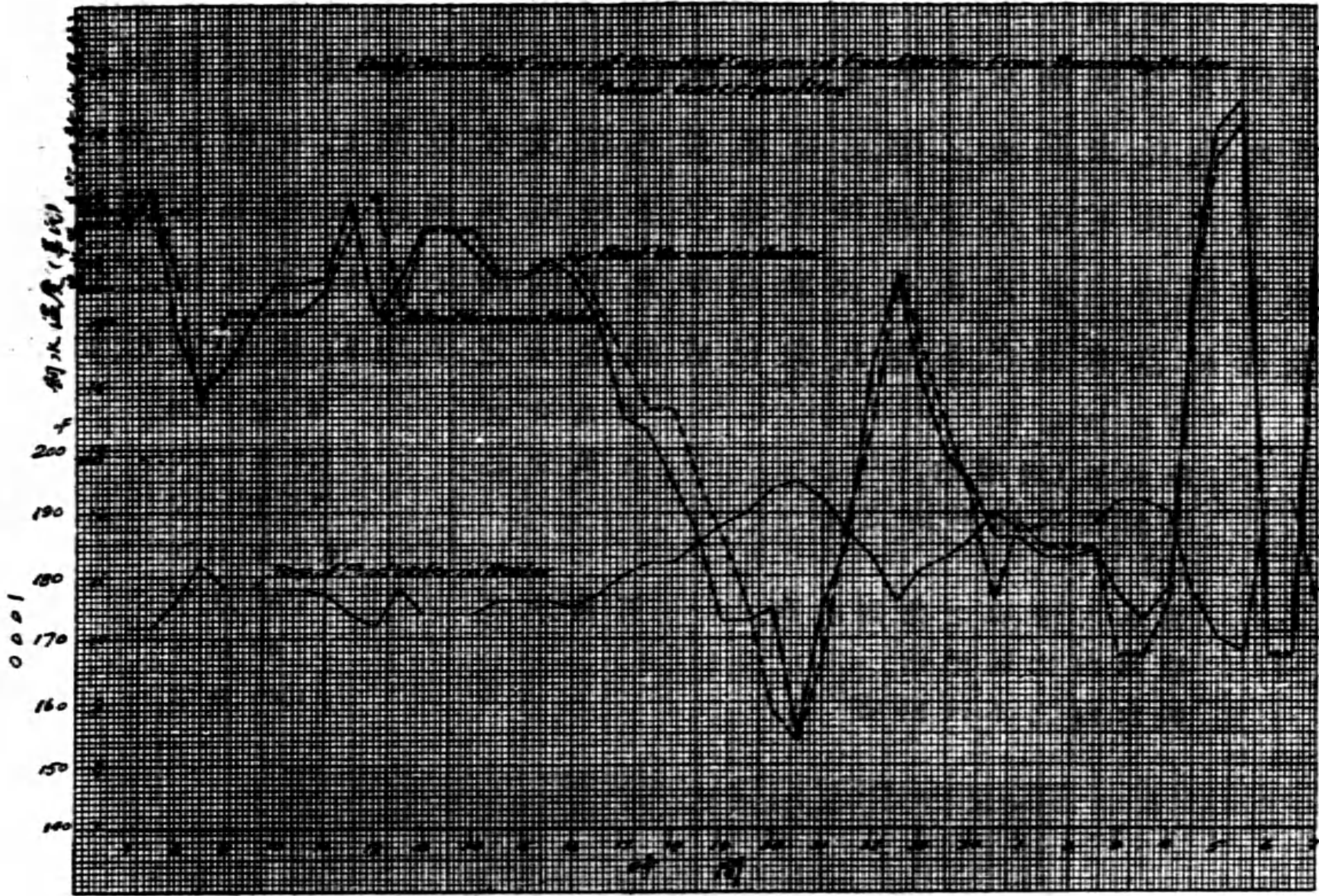
苛性鈉鹼性	百萬分之	80 至 120
總鹼性(碳酸鈉)	百萬分之	120 至 180
總鹼性與硫酸鈉之比		2.5 至 3
PH		10.70 至 11.70
爐水內溶解之總鹽鈉在	百萬分之	1500 以下
爐水內之鹽酸鈉		80 以下
爐水內之不溶解物		1000 以下



TEMPERATURE OF FEED WATER FROM HEATER DISCHARGE



飼水含養氣每公升須在 0.05 公撮以下,飼水溫度隨透平負荷變更甚鉅,故必須維持相當真空,始能達此最低限度(見第三及第四兩圖)。但透平負荷在 2000 K. W. 以下,預熱抽汽不能適用,



第 四 圖

乃添汽壓低降器一具,供給適當蒸汽於蒸溜器,使其功用不斷。蒸溜器蒸發之汽,轉入暖水機,使飼水溫度增加,完成排氣作用。

#### (7) 鍋爐蒸發量增高

開廠爐子蒸發量,原為每座每小時 60,000 磅,而每座透平機在全負荷 7500 K. W. 時,約需 77000 磅,過量至 8500 K. W. 時,需 88000 磅。開廠初時透平機負荷至 6600 K. W. 時,鍋爐汽壓即逐漸降低,不能維持標準數。細究其因,乃引風機馬力不足,因之改裝 125 馬力之馬達,於二十三年夏季完成,同年冬季透平負荷增至 8000 K. W., 鍋爐蒸發量增至 83000 磅,仍有餘力,將來透平負荷達到 8500 K. W. 時,仍可以一爐供給一透平無礙。

### (8) 鍋爐全部效率之增高

民國廿一年十月底間，開廠成立發電約二個月，即由原設計工程師安諾爾君 (H. H. Arnold) 來廠試驗，測得鍋爐全部效率自 75% 至 77% 不等。次年九月，將省煤器修好，此效率遂增進約 5 至 6%，俟後研究燃燒率，又增 1 至 2% 不等，故現時鍋爐效率，約自 80 至 84%，若爐牆漏隙完全封塞，可望達至 85% 以上。

### (9) 附屬各機之添置

開廠計畫原為基本負荷發電所 (Base load station)，須與他廠同用，故廠內各附屬機皆用電力，借他廠維持電源不斷。今既為單獨電廠，且因電機宏大，全日只用一透平機，凡廠內各附屬機，如進煤磨煤，飼水，送風，引風，凝結，循環等，皆取自此機，若此機有障礙，勢必全廠停頓，而無法恢復。所幸開廠至今三年有半，全廠職工慎謹從事，尚未遭此種不幸。二十四年添裝自用 600 K. W. 透平發電機一座。此機為單級式，可於二分鐘內開足轉數。若遇主要透平發電機發生障礙，此機利用鍋爐存汽，開足轉數發電，使各附屬機轉運不停，至該主機修復或其他主機開出為止，故全廠不致停頓，外界停電亦不過數十分鐘而已。

又助水機吸暖水機之水，送入飼水機，若無助水機，則暖水器不能應用，而排養工作亦即停止，其影響於發電經濟及鍋爐壽命至鉅。開廠設計，僅有助水機一具，一遇修理，即無辦法，故添助水機一具，以保安全。

### (10) 循環水機進水之改更

本廠循環水機係臥式，進水管口外有雙層鐵絲網，江水低時管口僅在水平下數寸，空氣隨水而入，水機容量大減，甚至停止出水，凝結器全失效用，至為危險。乃於進水管口上部加一尖嘴半圓形鐵帽，雖江水再低降一尺，亦可適用，如此維持兩年，尚未遇見困難，現正籌接長進水管數尺，並使進水口低降四尺，以防不測。管內裝洗泥嘴，用水力沖洗，管外四周沙泥，亦擬用高壓空氣沖去，塵污

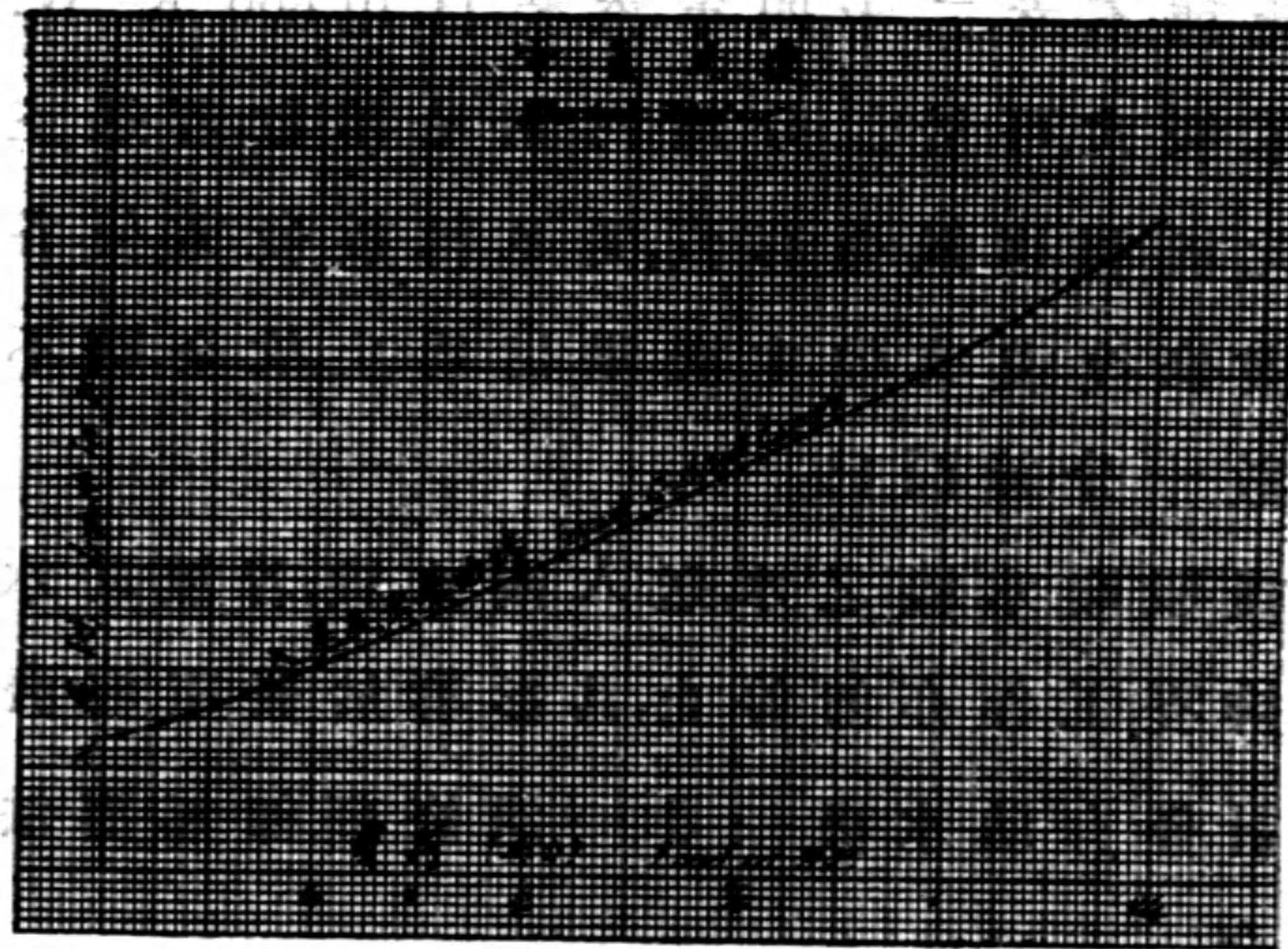
垢不致結集於管之內外各部,而保持水源不斷。

### (11) 維持修理之進步

開廠初成之時,每鍋爐連續工作至二十日,即須停火修理。現時每鍋爐可繼續工作至八十日始修理檢查一次,他如磨煤機,飼水機,凝結器,蒸溜器,暖水器,循環水機,真空機,透平機等,視其情形,定期檢查修理,賴職工全體努力,雖設計不甚完全,三年來未發生障礙。

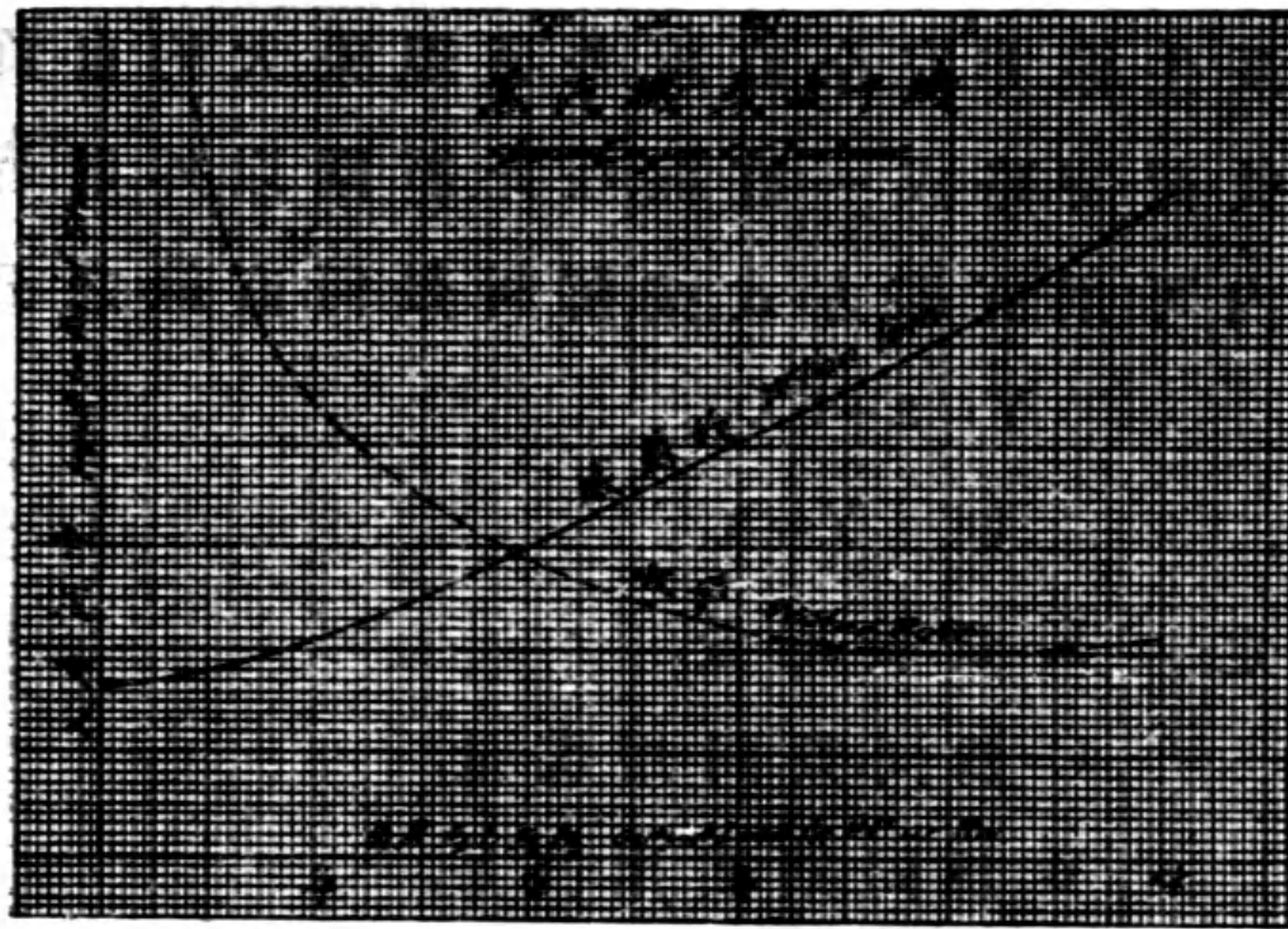
## 發電效率之研究及預測

凡研究一機器或全部機器之效率,可於該機或全機之出產及入產 (Output and Input) 作曲線求得之。例如以電氣馬達出產馬力為橫軸,入產之瓦 KW 為縱軸,則得曲線,如第五圖。此線與縱軸

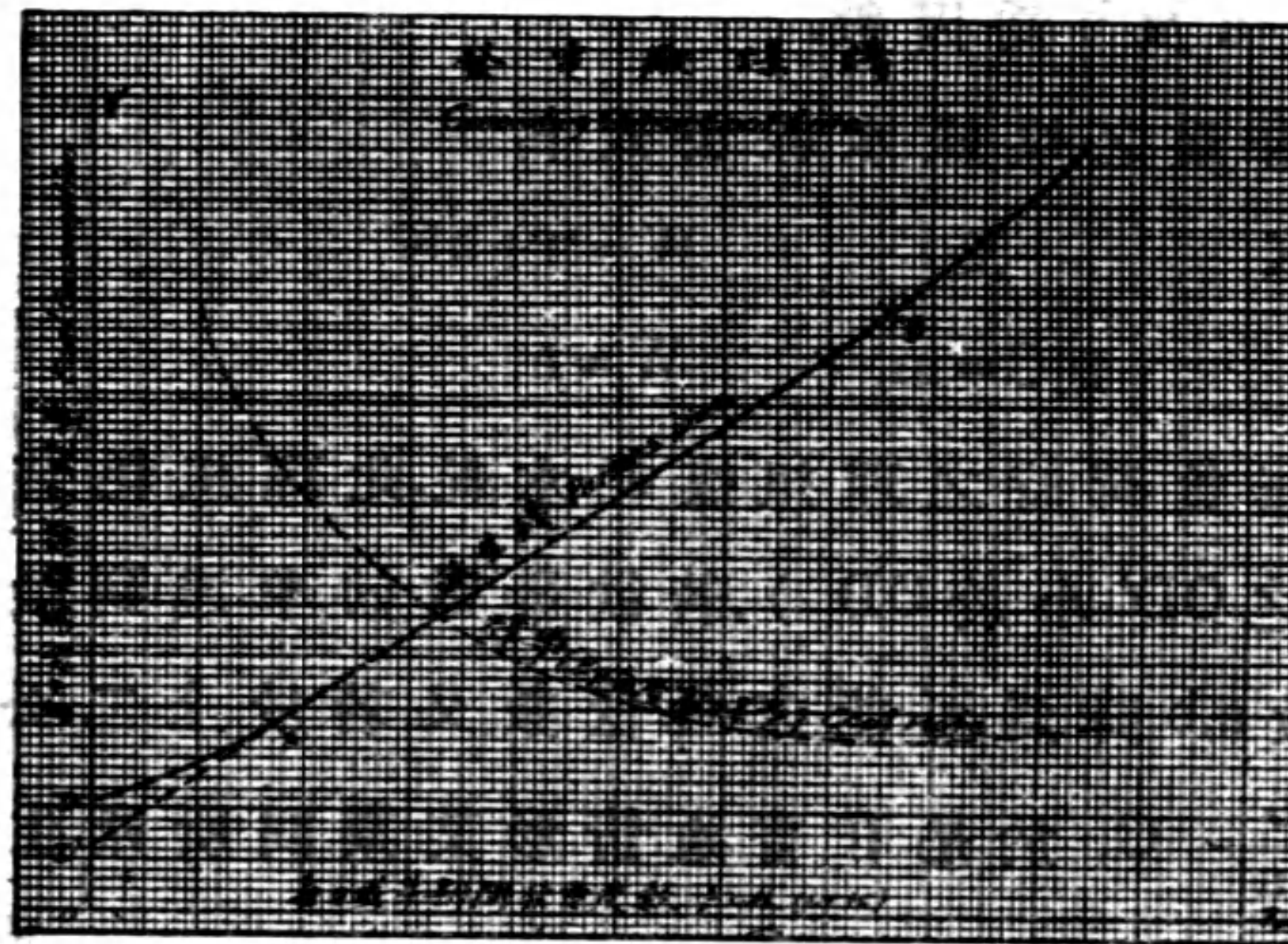


第 五 圖 電 氣 馬 達 之 效 率 曲 線

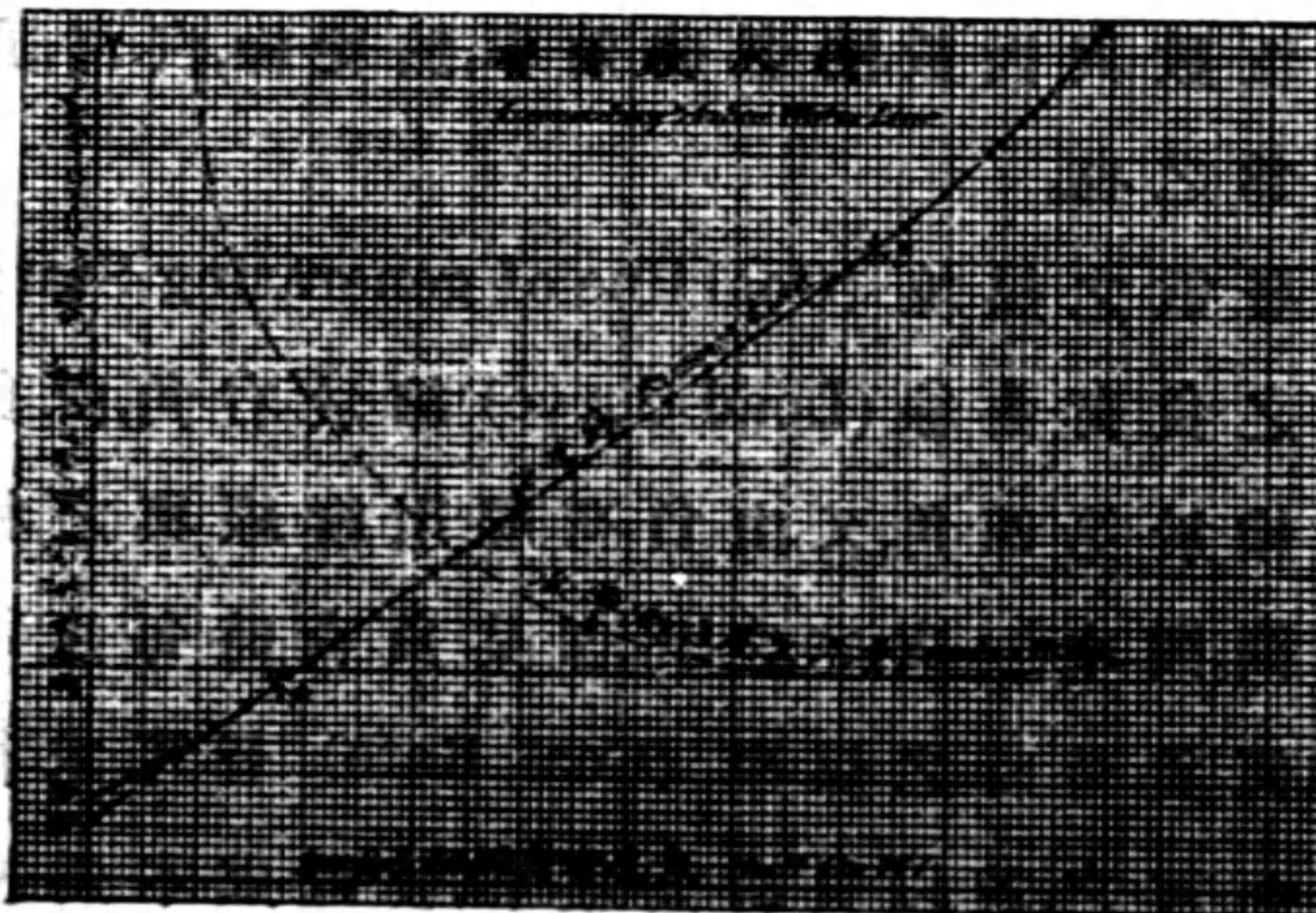
相交所紀之KW,為無負荷損失(No Load Loss)。又如以蒸氣機或透平之負荷為橫軸,而以用氣量為縱軸,則所得威蘭線(Willan line)。縱軸與橫軸之比,即為該機之水率(Water rate),見第六圖。派生氏(R. H. Parsons)利用威蘭線以分析發電所之汽耗及煤耗,稱為水線及煤線(Coal line and water line of a generating station),見第七及第八圖(參觀 London Engineering, No.13 1914)。然吾人須注意者,



第六圖



第七圖



第八圖

與發電機  
全年  
圖

一、  
點

二、

三、

四、

五、

六、

七、

八、

九、

十、

十一、

即威蘭線或派生線非完全直線。普通現象，大約自負荷百分之二十左右至全負荷時，略成一直線，在此範圍以外，則皆向上屈折，故僅在此範圍內可用直線方式。按解析幾何直線之公式為：

$$Y = a + bX$$

若  $X=0$ ，則  $Y=a$ 。

如是假定  $K$  為發電量，

$C$  為同期間用煤量，

$W$  為同期間用汽量，

$m$  及  $n$  為恆數，

$a$  及  $b$  為因數，

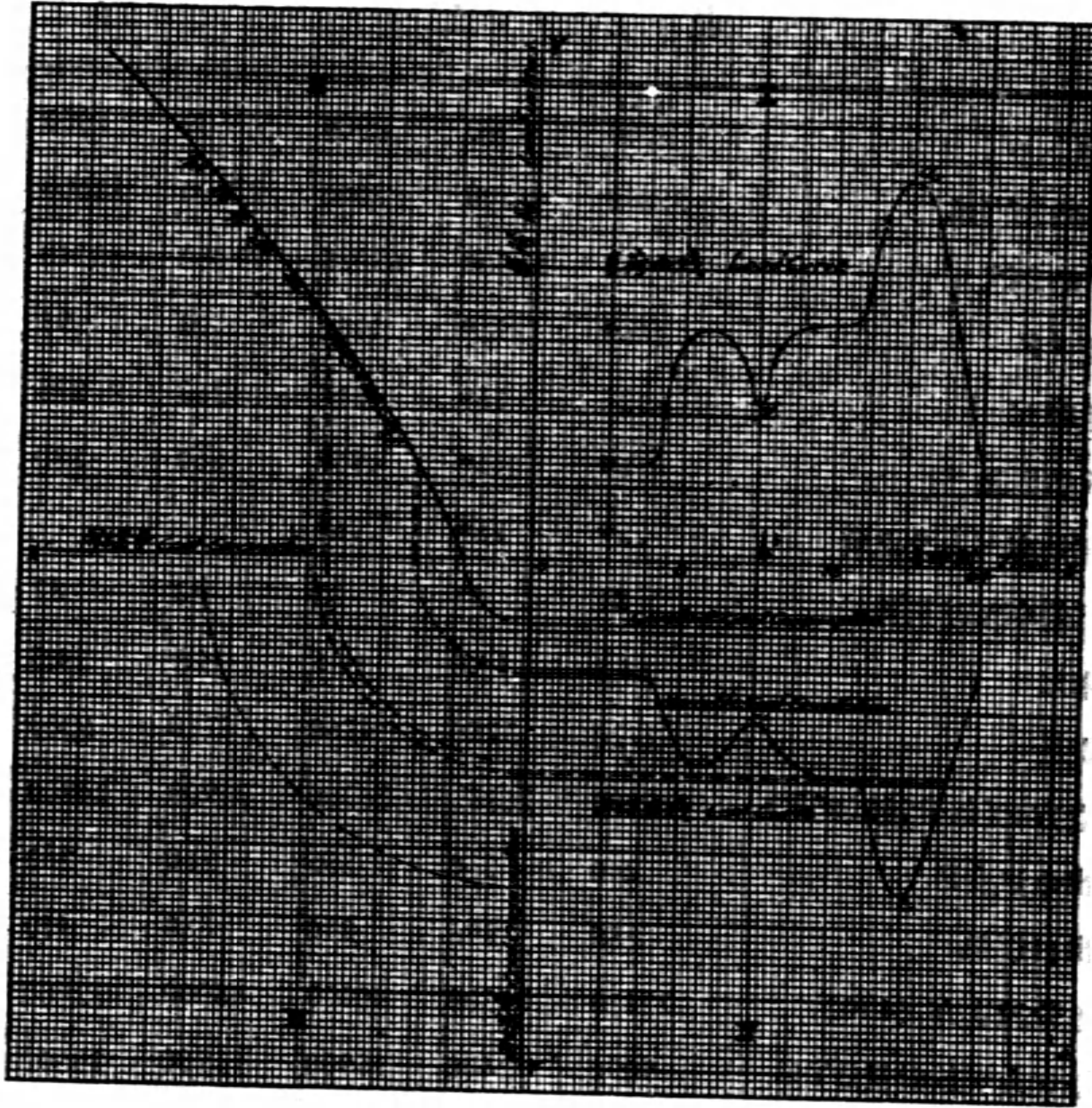
則第七第八兩圖之煤線水線公式為

$$C = m + aK \quad \text{及} \quad W = n + bK$$

若  $K=0$ ，則  $C=m$ ， $W=n$ ；

即  $m$  及  $n$  為無負荷時之理想煤耗水耗。此理想耗常較實際數低（七、八圖中之  $OD'$  小於  $OD$ ），若欲發電效率達到最高，必須使恆數  $m$ ， $n$  及因數  $a$ ， $b$  降為可能之極低數。又若於上二公式去  $K$ ，則  $W = n - \frac{bm}{a} + \frac{b}{a} C$ ，於是在普通情形某期間所產生之蒸汽與燃煤之關係亦可求得。此種關係通稱為蒸發量。 $(n - \frac{bm}{a})$  恆為負數。公式內之恆數與因數，隨燃燒效率，熱絕緣，汽漏，真空等而異，在技術家好自為之也。

又若以發電之煤線 (Coal line of generating Station) 撰於左方，而將同期間之負荷曲線 (Load Curve) 繪於右角，由負荷線引橫線至煤線再轉繪於第四角，又由負荷線引縱線與之相交，則得用煤曲線，如第九圖。圖中  $bc$  與  $ab$  之比，即某負荷時每度電之煤率。照此圖解方法，任何負荷時之煤率 (Coal Rate) 皆可求得，發電效率可預先測定。進而言之，若以負荷為縱軸，發電成本為橫軸，繪於第二角，第一角仍繪負荷曲線，照上法轉繪成本曲線於第四角，則任何



第九圖

負荷時之發電成本亦能求得，水率等可類推之。

由上法求得之用煤用汽發電成本等曲線，與廠內煤表水表等所記錄之曲線相比較，可知在何負荷或何時發電之經濟狀況，以為改良根據。

測驗發電效率，除上述圖解方法外，可用推算法 (Calculation)。惟此種推算至為複雜，須明瞭全部發電計畫及自己經驗心得，始能獲比較準確結果。開廠於二十一年十月底開廠，二十二年夏作者就各機構造工作情形詳為研究，預測負荷增加，各機容量是否相宜，何者須改良，何機容量須增大，發電效率 (Generating Performance and Efficiency) 若何分解推算，列為詳表，共三十八項，為改良基本。其後逐項實現，與彼時預算者多相符合。茲擇其要者列表於下 (表二)：

表 二

透平負荷(KW)	KW					
	3000	4500	6000	7500	8000	8500
透平每小時用汽磅	33850	48500	62000	77000	81600	87500
全廠每小時用汽	35825	50500	65025	79050	83710	89600
飼水溫度 °F	186*	192*	196*	198	198	200
鍋爐產生率%	120	169	217	263	278	296
省煤器入口烟熱 °F	446*	445*	490*	550	580	620
鍋爐全部效率%未改正前	75*	75*	76*			
鍋爐全部效率%改正後	81	82	83	83	82	82
炭養二率%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
每機磨煤量	2720	3750	4760	5780	6200	6600
送風量立方呎(每分鐘200°F)	15000	20751	26300	31900	34200	36400
省煤器出水溫度F	240	250	255	260	263	267
省煤器出口烟熱F	255	296	340	380	410	430
引風量每分鐘立方呎440F	22420	30300	40000	48000	52000	55000
燃燒室每立方呎放熱量BTU	9000	12400	15900	18500	20500	22000
用 煤	KMI	KMI	KMI	KMI	KMI	KMI
發電效率增加比例%	183	196	199	212	210	208

(以民國19年長廠為單位)

\* 為實際測量數

以上估計之鍋爐效率,與最近測驗者相近(即82.8 83.3 83.6及83.4%。由上海電力公司試驗技師測得之。)發電效率增加比例,亦與實際相埒,例如民國廿三年共發電二百五十九萬度,全年平均負荷約二千九百瓩,該年發電效率增加比例187.5%,與上表所列負荷在3000瓩時當增加至183%略合。又據上表在最高負荷8500 KW時,鍋爐產生率(Boiler rating)達300%,燃燒室每立方呎放熱量(Heat release per Cubic feet of furnace per hour)每小時22000 BTU,皆不過分,送風機亦尚有餘力。惟引風機過量,故改用125馬力速度較高之馬達(見前),省煤器出口烟熱高,俟最低負荷達到4500 KW時,即須添置空氣預熱機(Air preheater),使烟熱降至

240 至 350°F. 不等,鍋爐效率更可增進也。

## 結 論

本文僅就開廠三年來過去情形擇其要者簡略報告,至各機之考驗,更改效率之圖解推算,及工作之實施詳情,因限於時間,容後另文分述。至各處發電廠,設備不同,情形各異,因物因人利導而改進之在乎自決自助,固無一定方式也。其要領須統籌全局,根據學理經驗,而不偏於一隅,察知廠內各機之長短,逐步改進,謹慎從事,不燥進,不因循,各機之組織結構,材料強弱工作限度,尤須精細研究,庶能應用修理而無缺;購煤,燃燒,飼水固應注意,潤油物料維持修理,職工組織管理等,尤不可忽略,因效率增高,乃全體之力,不僅歸於一部也。



# 上海建築基礎之研究

秦元澄

## 緒言

上海地當衝要，商賈雲集，因之建築事業日盛。以地價昂貴，均趨向多層建築，六層八層之屋，十年前視為高樓大廈者，茲又不適於用，新建之巨廈，且高逾二十層矣。然欲建築本身之安全，以基礎之能否安全為斷，但如何能使上海富有彈性而鬆軟之地土，得有穩固之基礎，實為當務之急，而工程界所一再研求視為至複雜之問題者也。以工程師觀點之不同，且無確切之試驗，甚難得一相當之定理。茲姑就經驗所得，合於當地情況者，敘述如次，供基礎設計者之參考焉。

## 地土之性質

地土之性質，於基礎之設計，至關重要。上海之地土，由揚子江沖積之沉泥所成，地面與最高水面不相上下（+ 17.00），土質為粗大黏土與細砂所合成，其成分各處不同，雖在短距離間已有顯著之差別。東部近黃浦口者，含細砂較多。各鑿井公司曾於多處打鑽試驗，有深至千尺者。

上海土質，大都為深層砂土而鮮有堅石，因之打樁較易，而直接承量則不大。一般土質之特性，均富有彈性，可由兩地所植水平點每年之變更證明之，雖於樁之承重有利，但遇有震動，每為溶解。

上海仁濟醫院(Lester Chinese Hospital)之基礎,用萬勃羅(Vibro)三和土樁,建造時曾加以試驗,每於所加重壓減少時,樁自能透起,尤足證明上海之地土富有彈性者也。

關於當地土質情形,浚浦局有多種試驗報告,可資參考。

### · 基礎之設計

地土所載建築物之重量,不外直接與間接兩種。直接者,所有重量全由地面承載。間接者,用承樁由其表皮阻力以承重者也。

地土內阻力,如遇高壓極易減少,故基礎重量傳達至地下深度之比率,根據內阻力,隨其面積形式及其總面積而定,基形愈大,下沉愈甚,因之欲基礎之安全,承重之面積以小為貴。

基礎之下沉,勢所不免,故吾儕設計之目的,非使基礎受最安全之壓力絕無下沉,而為建築物之下沉,得在一定限度之內,且下沉之時得以平均無偏欹之患。土質隨處各異,茲假定同一建築地域內,無所歧異,所以使建築物下沉之要素,不外建築物之重量,(地土所受實在重量)與泥土之壓縮(即受有重力使容積縮小)所必須顧及之下沉,非為初建時每日下沉之數,而為最後下沉之數。對於下沉最有關係者,厥為基礎所承實在重量,工務機關所規定之活重,僅對於樓板等而言,非長期所有,且各部未必同有。欲使其下沉平均,須基礎所負重量平均展布,無所高下而後可。因之規定之活重,須加以變更,始合基礎之用,故有所謂均沉載重 (Equivalent Settlement Load), 簡書 E.S.L.:

$$E.S.L. = \text{固重} + F \times (\text{規定之活重})$$

$$F = \text{因數} (\text{視建築物種類而定})$$

上海仁濟醫院 (L. C. H.) 基礎之設計,即用 E.S.L. 計算者,所用三和土樁為弗蘭基式 (Frankie Type), 設計時根據下列假設。

金屬之重量為全固重 + 1/3; 規定活重為

E. S. L., 使下沉得以平均,基礎之大小即以此種重量為比如

下:

$$\text{樁數} = \frac{\text{E. S. L.}}{\text{樁之面積} \times \text{表皮阻力}}$$

因此種三和土樁之基礎,形式甚小,故除地層爐子間儲藏室外(此種重量加於地層底板直接由地土負擔),每柱所荷重量,可完全由基樁承載。

設規定活重全部加於柱上時,樁之承量,可求得如下。

固重	138400 磅
活重	54100 磅
總重	192500 磅
E.S.L. (固重 + 1/3 活重)	= 156,430 磅

如 Frankie 樁表皮阻力,為每方呎 400 磅

則全部活重存在時(此係暫時而非久存者)

樁之表皮阻力每方尺應為

$$400 \times \frac{192500}{156430} = 493 \text{ 磅}$$

基礎之形式,每就建築情形而定,如下列數種:

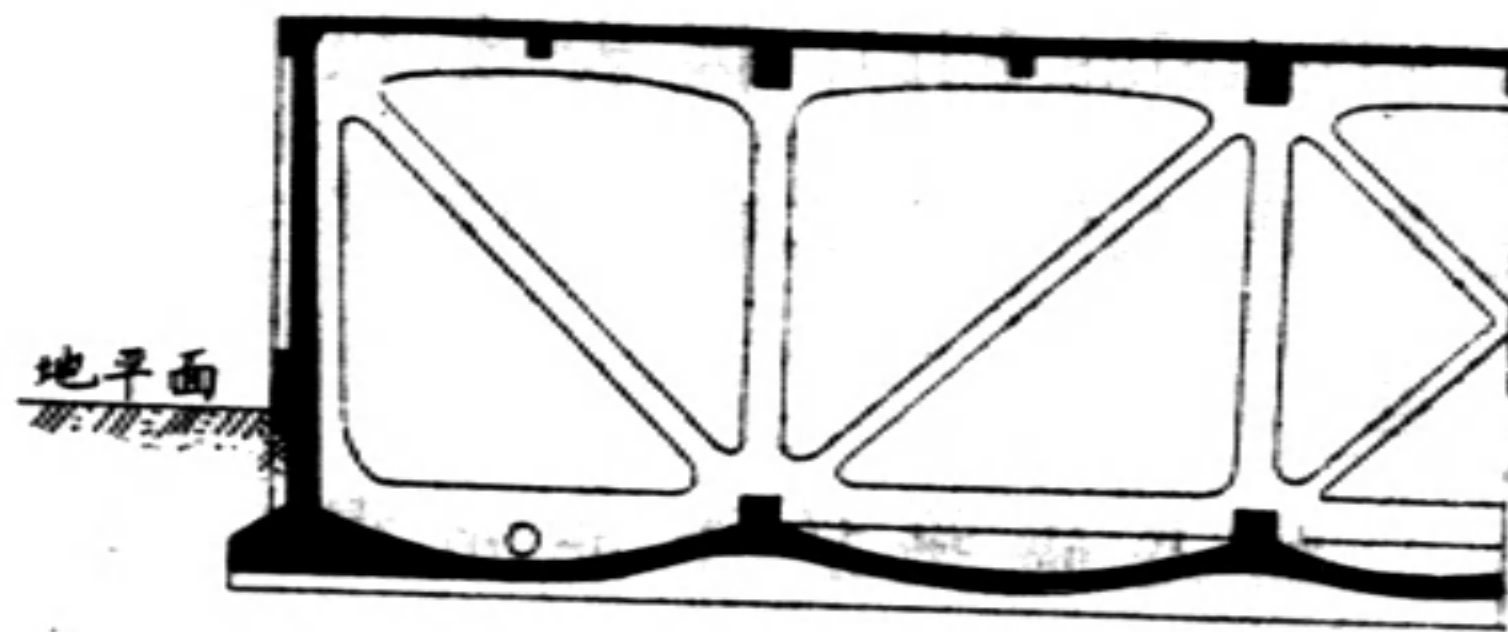
1. 分離基礎
2. 聯合基礎
3. 浮筏式基礎

一二層之建築,及承量不大者,以 1. 式為宜,以其設計簡單,所費亦省也。

遇有特殊情形,基礎所荷重量,各部相差過鉅或限於地形,欲使其重心無偏,下沉平均,非聯合數柱於同一基礎不可,則必須用 2. 式。倘承重甚巨,可用全部之柱,建於同一基礎,使下沉平均,即浮筏式基礎是也。但各柱所承之重量,其重心務與全部基礎之重心相合,倘各部重量相差太甚,如一部份為堆棧,其他一部份為公事房等,則基礎所受壓力,相差亦鉅,建築物易於傾側,不如分而為兩,庶可使每平方尺所受壓力得以相同。故設計時務使單位面積所受壓力,各處皆同,方可使建築物得有平均下沉,無傾欹裂縫之虞,

不可不注意及之。

尚有倒拱形基礎，(Inverted Dome) 爲浮筏式之變形，其利在有弧形作用較爲堅固，但建築時須十分當心，否則鋼條地位變易，引力減少，反而無用。如遇特殊情形，可以採用之。上海大西路自來水公司蓄水池，(現在設計中) 即用此式，因清潔水池時，水流通暢，無所沉澱，一舉而兩得也。(第一圖)。



第一圖

### 承樁之種類及其重量

上海地土鬆軟，地面下百尺以內，未嘗有砂石發見，高大建築，多用承樁，利用其表皮阻力，間接承載基礎之重量，其種類如下：

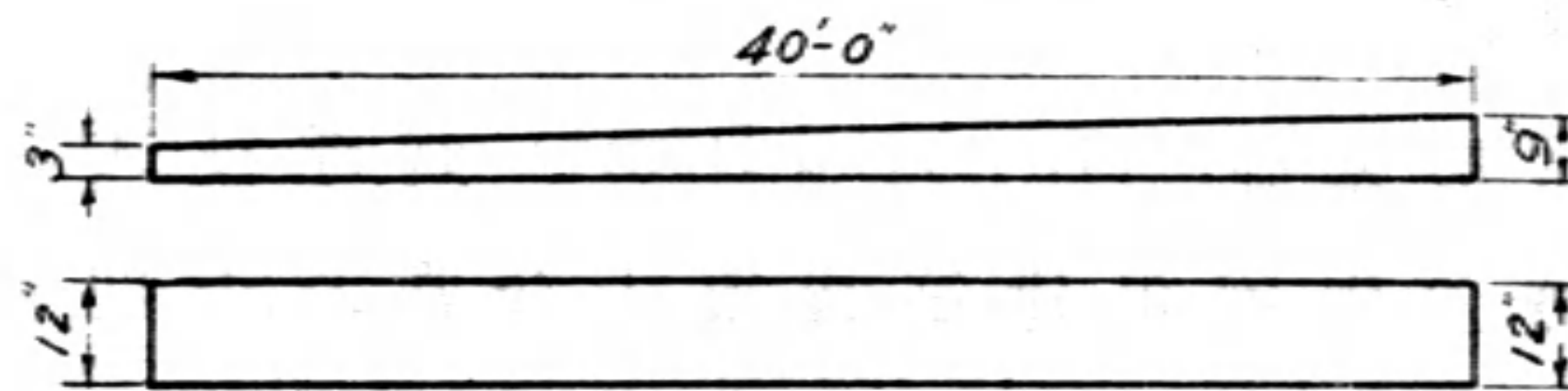
1. 鋼板樁 可供碼頭，墻壁，港口水閘等用，普通爲工字鐵板所聯成者。有賴生 (Larseen) 式一種 (第二圖)，長度可至百呎，以其重量較輕，略爲經濟，故在上海多用之。



賴生式鋼板樁

第二圖

2. 木樁 木樁價值較廉，但非在水平面以下，易於朽爛，往往不適於用。上海如含有濕度之土，離地面數尺，卽有相當濕度，足以保護木質朽壞，故多用之。福州圓木及 10"×10" 或 12"×12" 長 40'-0" 之洋松，爲普通所用者。因節費計，此種樁木，可鋸而爲兩，得有斜面而成楔形，其表皮阻力，可以增加，而料值未增，大爲經濟，如第三圖所示。



第 三 圖

木板樁,大都為4吋或6吋厚,12吋寬,僅足供挖泥時擋土等用。

圓形松木樁 (Dauglas Fir), 因表皮粗糙,尺寸長大,可至八十呎以上,高大建築,多用之,但其價值較12吋×12吋對剖樁為貴,非不得已時,均不用也。

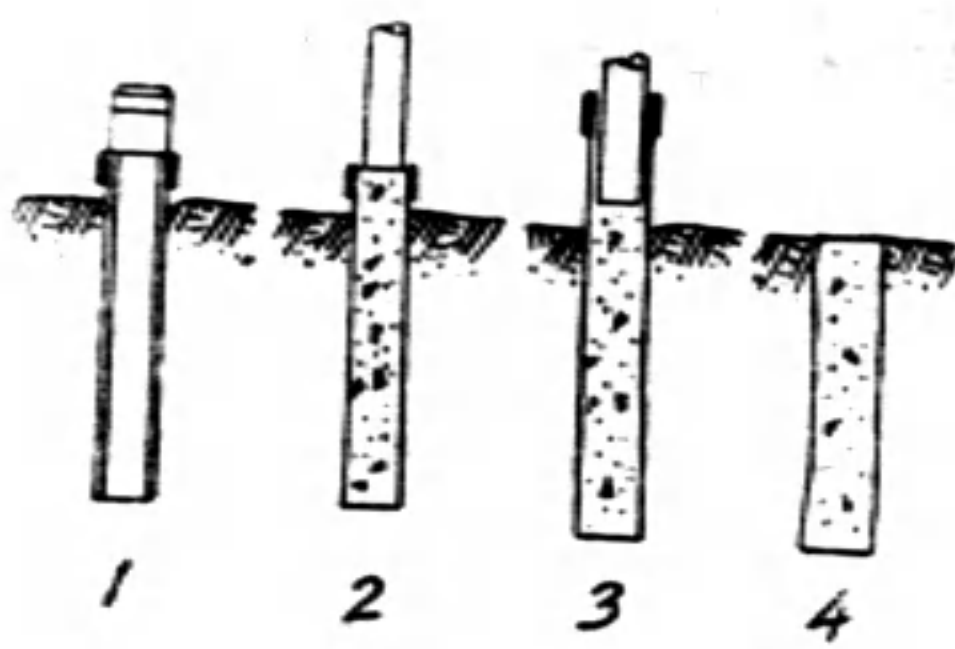
3. 三和土樁 如基礎築於不能常濕之地,木樁易朽,以用三和土樁為宜,惜艱於運輸,且澆製結硬,須有相當時日,於工程不無延緩,為其美中不足,於是有數種就地澆製之三和土樁,起而代之。即在土中做成模壳,加入三和土打結之,以其表面粗糙,且可減少澆製時期,至合用也。茲就上海所常用者數種,略述之。

弗蘭基 (Frankie) 樁 此種三和土樁曾用於仁濟醫院,及其他數處,成績不惡。遇有地面狹窄,樁距須大者,用三和土樁亦甚有利。其製法先用半寸厚鋼管,打至需要之深度,(最深45呎)如遇堅土或舊基時,管之下端,可加以鋼尖,如地土飽含水分,或鬆軟如上海所有者,下端管尖可使管之下端有所封閉,泥土及水不致侵入管中。待三和土澆入後,將鋼管慢慢拉起,加以重壓,使三和土即在下端流入地內,即成一圓形之三和土樁矣,參看第四圖。

尚有附有基座 (Pedestal)者,其製法大略相同,參看第五圖。

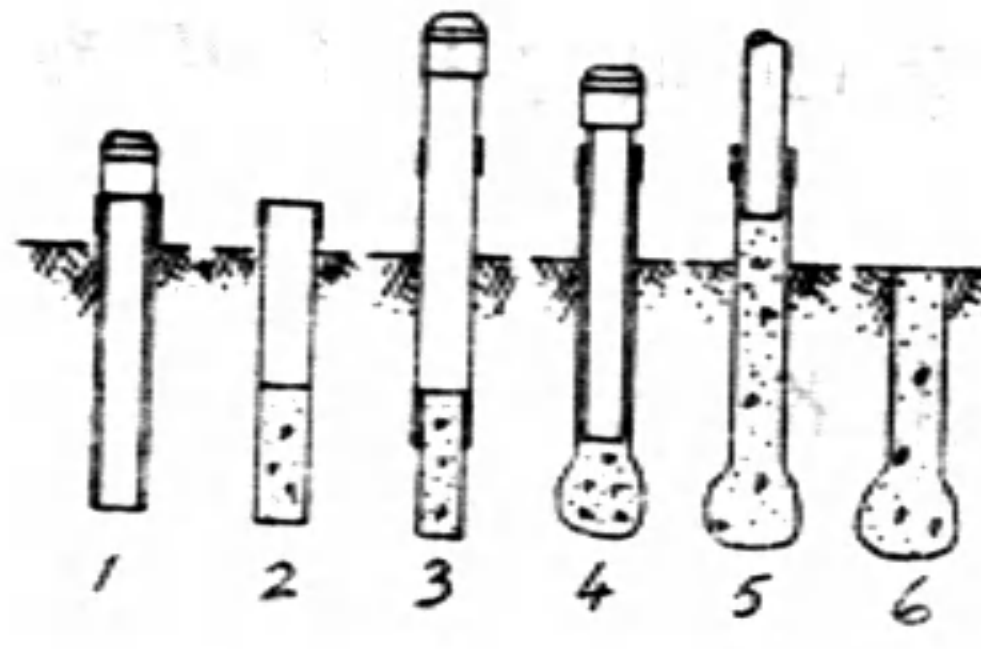
經多人試驗,其表皮阻力,確較木樁為大,因其打結時,水泥流出所成之樁面,粗於木樁也。但澆製時,須十分注意,務使三和土在管中無所間斷,免使泥土侵入,致全樁無用。

萬勃羅 (Vibro) 樁 萬勃羅樁,亦為就地澆製之三和土樁,對徑為17吋,長度可至85呎(普通為68呎),其製法先用2噸重錘打下鐵管至相當深度,將鋼管慢慢拉起,用重錘起落,打結三和土,使



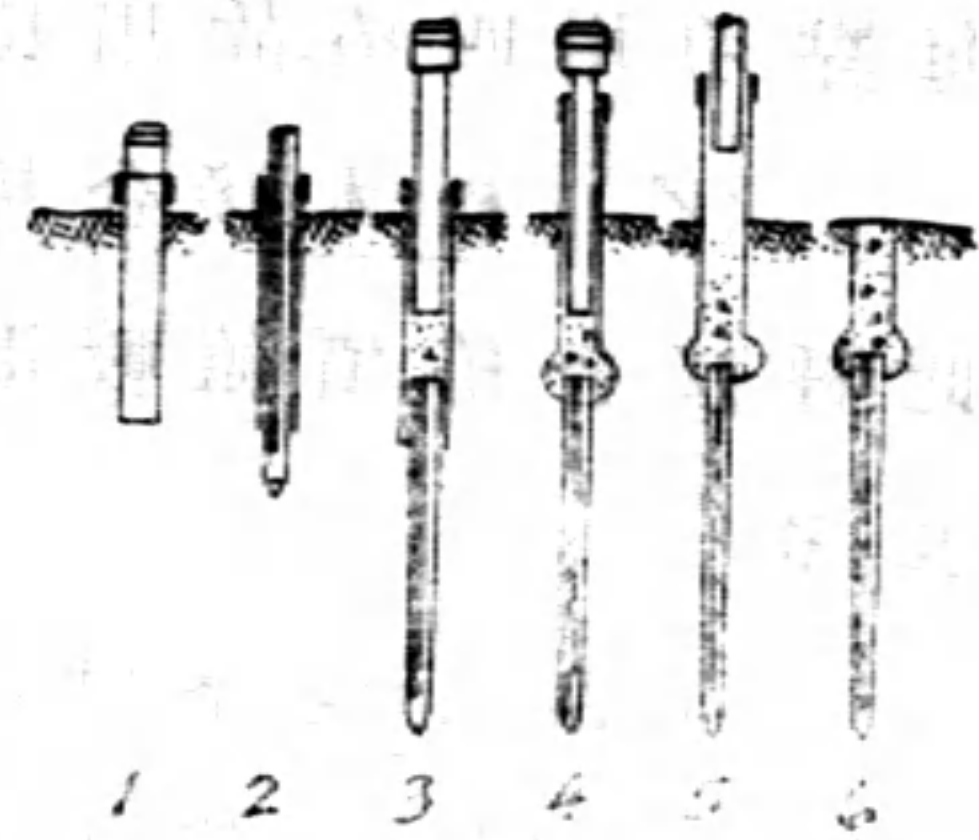
1. 鋼管及管心打入地中
2. 管心取出鋼管中澆入三和土再加以7噸重之壓力
3. 鋼管慢慢拉起7噸重之壓力保留原位三和土被送入鋼管所佔地位及泥土之空隙
4. 三和土成一圓形之樁

第四圖



1. 鋼管及管心打入地中
2. 管心取出加三和土於鋼管底
3. 鋼管拉起 18"至3'-0"然後於三和土上加7噸重之壓力
4. 將管中之三和土由管底壓出
5. 管心取出鋼管中實以三和土管心重行加入三和土上之壓力不動將鋼管慢慢拉起
6. 有基座之三和土樁澆成矣

第五圖



1. 鋼管及管心打入地中
2. 管心拉起置木樁於鋼管中
3. 木樁以鋼管為範圍打入地中至需要之深度木樁上部在水平綫下管心取出加三和土於木樁之上再將管心加入
4. 鋼管拉起三和土樁座做成於木樁之上三和土與木樁得有堅固之接箱
5. 鋼管拉起加入足量之三和土填滿鋼管所佔位置及泥土之空隙鋼管慢慢拉起管心及重鏈之壓力仍在
6. 聯樁做成樁與泥土密合無間矣

第六圖

其由鋼管流出而入地內，成一三和土樁，其表皮有甚深之凹凸部分，故承量大為增加。其三和土成分為 1:2:4 之比，用 3/4 吋徑鋼條四根，於澆入三和土時先行加入管內。

4. 接合樁 接合樁為樁之長度不足，由二樁接合而用者。有三和土與松木接成者，及二木樁接成者兩種。

(甲) 三和土與松木接合者

此種承樁之製法，先將木樁打下，然後澆入三和土打結之，即能適用於重大之建築。其澆製之順序，如第六圖。

上海煤氣公司，在西藏路所建之貯氣箱，其設計即用此種接合樁，因其負重均在箱之週圍，承樁所承重量極大，而基寬僅十呎，非用長樁，不能得相當之樁距，且箱之下沉，必須十分平均，使箱邊煤氣不致洩漏（箱邊有水封固之）。蘇州河邊土質不堅，樁之表皮阻力較小，水泥部僅用 250 磅，木樁部用 200 磅。全重分置於 42 點

每點須用四樁,故用長逾 120 呎之接合樁,參看第七圖。

### (乙) 松木接合樁

此種接合樁,價值較廉,用者甚多。

上海江西路建設大廈(高十九層)全部基礎,均用之,且每樁加以試驗,結果甚佳(參看下節打樁公式與試驗)。

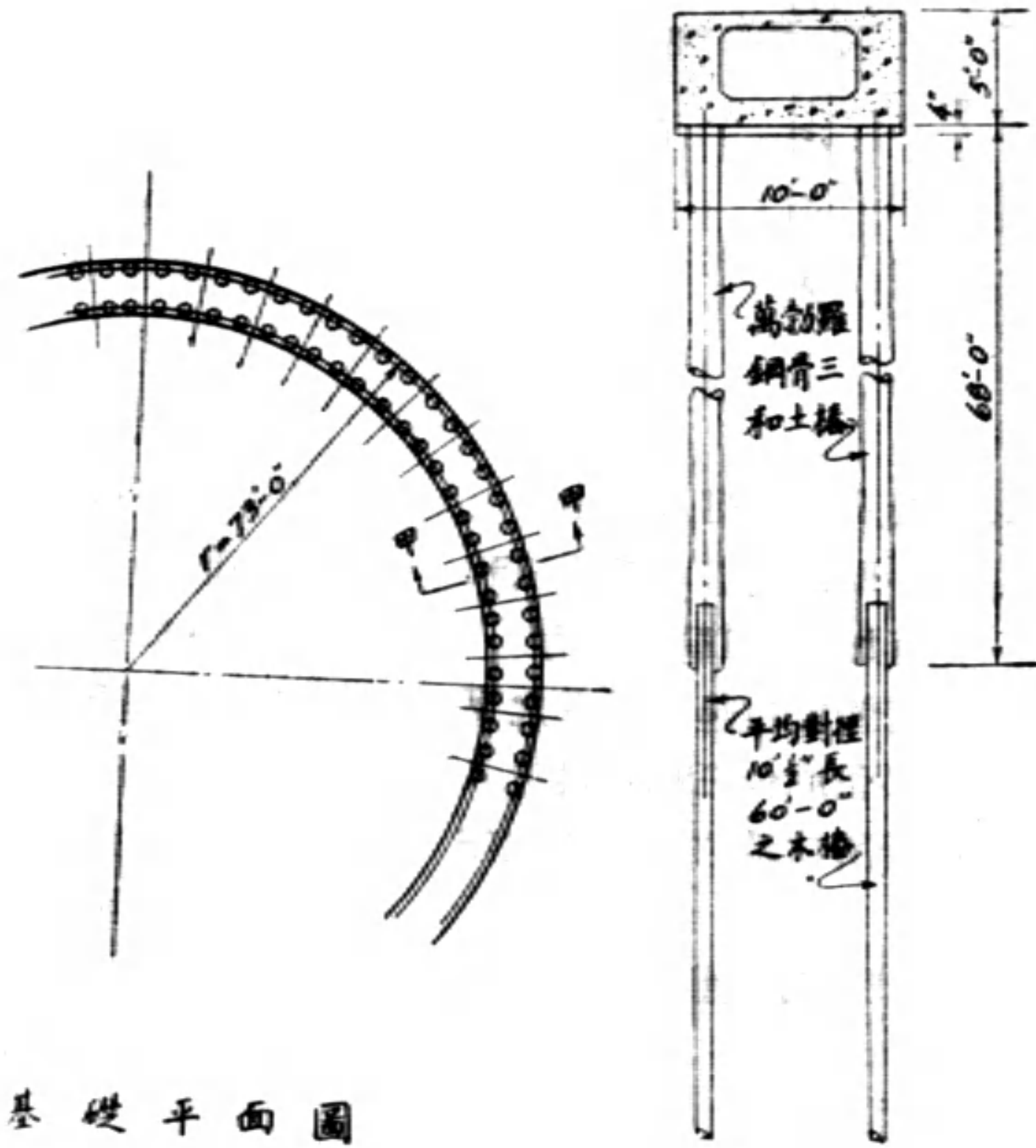
用接合樁之利益,可使基礎地位減小,樁之本身細長,適合上海之土性。樁價或多於短樁,似不經濟,但因用長樁,承重加增,即間接減少

基礎之一切,如底板及桁梁(Beam)等,故就全部而論,實為經濟也。

關於樁之承量,在當地試驗者,均為單樁,於沉度,形式,材料及其阻力間之關係,均有所得,而於羣樁之承量,猶無確定之標準。考樁之真實效率,係傳達重力由較鬆之地層至較堅者,其結果在地下層造成一通片之浮筏(Raft),故長樁優於短樁。經多種試驗,知楔形樁之承量,較平行樁約多 25%,圓木樁每方呎表皮阻力,以 400 磅為極度,假定安全承量率為 1.5,則其安全承量當為 300 磅,平行樁為 225 磅。

上海英租界工部局曾規定承樁表皮阻力如第一表。

該局對於樁之承量,雖有規定,但於領照之圖樣中,遇有用樁基礎之打樁圖上,不加審定圖記(其他各圖均有審定圖記),僅書明不加反對而已。可見該局亦以各地情形之不同,未能斷定承量之多寡,仍須由設計工程師負其全責。故遇建築物之必須十分平衡,且不宜下沉過甚者,樁之表皮阻力,務須減少,約如下:



基礎平面圖

剖面圖 甲-甲

第七圖

第一表 上海英租界工部局規定樁之表皮阻力

種	類	對 徑	長 度	每方呎 表皮阻力
三 和 土 樁	三和土方樁, 糙面	18"—30"	68'	350 磅
	預製之三和土方樁, 光面	12"×12"	50'	225 磅
	三和土方樁, 下端小於上端	15"×15" 6"×6"	50'	350 磅
木 樁	松木方樁, 平行面	12"×12"	40'	225 磅
	松木樁, 楔形	12"×9"~3"	40'	300 磅
	松木圓樁, 帶尖形	平 均 13"—10"	80'	330 磅

三和土樁每方呎為 300 磅

楔形木樁 為 250 磅

普通木樁(平行)為 200 磅

為節省經費計,往往以承樁及地土同時承受建築物之重量,其結果之究竟,尙未明確。或云地土上受有重壓,足以增加樁之承量。或云樁既承重,其鄰近之地土,不能再加重量,致使重疊,且用樁即所以使建築物之重量,由樁傳達至較下地層,其所能承重之量,並非完全明曉,僅由經驗所知,較優於地面耳。如地面所承之量已至極度,下層所受當無大異,如已用多量之樁,且均深下者,地下層之承量,或已至極限,倘於地面再加重量,甚非所宜故非必要時,總以使全重由樁承受為要。如於不得已時,樁與地土必須同負全重,則承量之分配,務使其得有相當之平衡。因重量初加於樁上之時,固全為樁所承受,但俟其下沉,其壓力即加之於地土上矣。直至平衡之地位而後止。故承量之分配,必須使其平衡,且地土所受壓力,僅可達規定數三分之一左右。

### 打樁公式與試驗

樁之安全承量,基於地層之阻力,但為節省經費及時間計,往往不能於每樁加以試驗,大都以公式計算其所受錘擊之阻力,而



推測其承量。然因打樁有震動與靜重兩種不同之作用，甚難得有確切之公式，可以應用。且各處地質歧異，即有公式亦難普遍適用，故僅能於多數公式中擇其較為切近者用之，如威靈登(Wellington)公式為上海所採用者，其式如下。

$$P = K \frac{Wh}{S+C}$$

式中 P = 樁之阻力

K = 常數隨當地情形而定

W = 錘之重量

h = 錘落下之高度

S = 錘擊後樁之沉度

C = 常數

按上海泥土之性質，如用落錘打樁，

$$K=8; C=1$$

故上式改為

$$P = \frac{8Wh}{S+1}$$

英國建築工程學會 (Institute of Structural Engineering)，曾發表一打樁公式，為海蘭 (Hiley) 氏公式，彼處曾經多次實地試驗，尚能與實際承量相合，為該處工程界所認為最滿意者，茲介紹如下。

$$R = \frac{W \cdot h \cdot \eta}{S + \frac{C}{2}} + (P + W) \quad \text{----- (1)}$$

$$L = \frac{R}{F} \quad \text{----- (2)}$$

式中 R = 打樁所受之阻力 (以噸為單位)

W = 錘重 (以噸為單位)

h = 錘之相當之高度 (Equivalent height)

S = 每擊樁之沉度 (以吋為單位)

C = 樁所受之擠壓

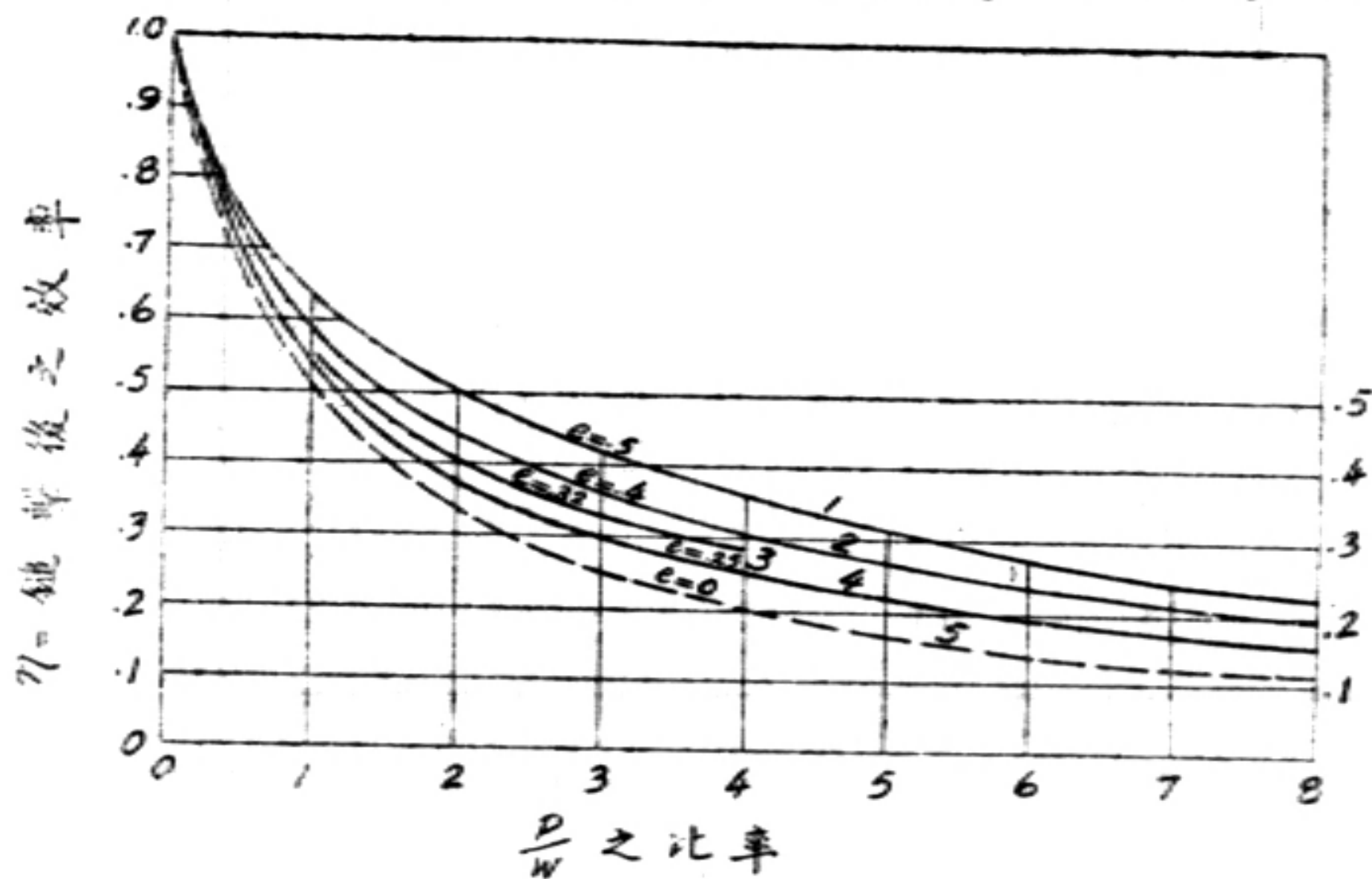
$\eta$  = 打擊之效率

$P$  = 樁本身重量(以噸為單位)

$F$  = 安全系數為 3-4。

$L$  = 樁所承之安全重量

$\eta$  之值,對於  $\frac{P}{W}$  之比率及樁之材料,有所不同,可於第八圖及第二表中求得, $C$  之值,亦可於第三表中求得。



第八圖

- 圖中弧綫 1. 用於有鋼砧(雙擊鏈)之樁  
 2. 用於三和土樁  
 3. 用於有鋼帽之萬勃羅樁  
 4. 用於有堅木帽之樁  
 5. 用於普通木帽之樁

第二表 錘擊效率  $\eta$  數值

$\frac{P}{W}$ 之比率	鋼板樁或鋼骨三和土樁	木 樁	萬 勃 羅 鋼 管 樁	木樁及鋼骨三和土樁	
	用 雙 擊 鏈	用 單 擊 鏈	用 單 擊 鏈	用 堅 木 帽	用 普 通 木 帽
				用 單 擊 鏈 或 落 鏈	
	$e=.5$	$e=.4$	$e=.32$	$e=.25$	$e=0$
$\frac{1}{2}$	0.75	0.72	0.70	0.69	0.67
1	.63	.58	.55	.53	.50
$1\frac{1}{2}$	.55	.50	.46	.44	.40
2	.50	.44	.40	.37	.33
$2\frac{1}{2}$	.45	.40	.36	.33	.28
3	.42	.36	.33	.30	.25
4	.36	.31		.25	.20
5	.31	.27		.21	.16
6	.27	.24		.19	.14
7	.24	.21		.17	.12
8	.22	.20		.15	.11

第三表 暫時壓力“C”數值

樁之長度以呎為單位	暫時壓力“C”以呎為單位							
	板 樁		鋼 骨 三 和 土 樁				木 樁	
			打時不用樁帽者		打時用樁帽者			
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
20'	.04	.08	.27	.39	.47	.79	.36	.57
30'	.06	.12	.33	.51	.53	.91	.44	.73
40'	.08	.16	.39	.63	.59	1.03	.52	.89
50'	.10	.20	.45	.75	.65	1.15	.60	1.05
60'	.12	.24	.51	.87	.71	1.27	.68	1.21

表中(1)項係指普通阻力之錘擊而言,如每方呎受力4000磅(鋼板樁)及每方呎為1000磅(鋼骨三和土樁或木樁)。

(2)項係指極強度阻力之錘擊而言,如剖面所受之力為每方呎8000磅(鋼板樁)或2000磅(鋼骨三和土樁或木樁)。

樁之距離,由中心至中心,大約須等於或大於樁圍長度之半。如用二樁以上者,其羣樁週長,須等於或多於每樁週長之總數,倘須更為準確,可用公式求之,常用之公式如下。

$$Z = \frac{A+B + \sqrt{(A+B)^2 + 2AB \frac{A+B}{a}}}{\frac{A+B}{a} - 2}$$

內 Z = 樁距

A = 基長

B = 基寬

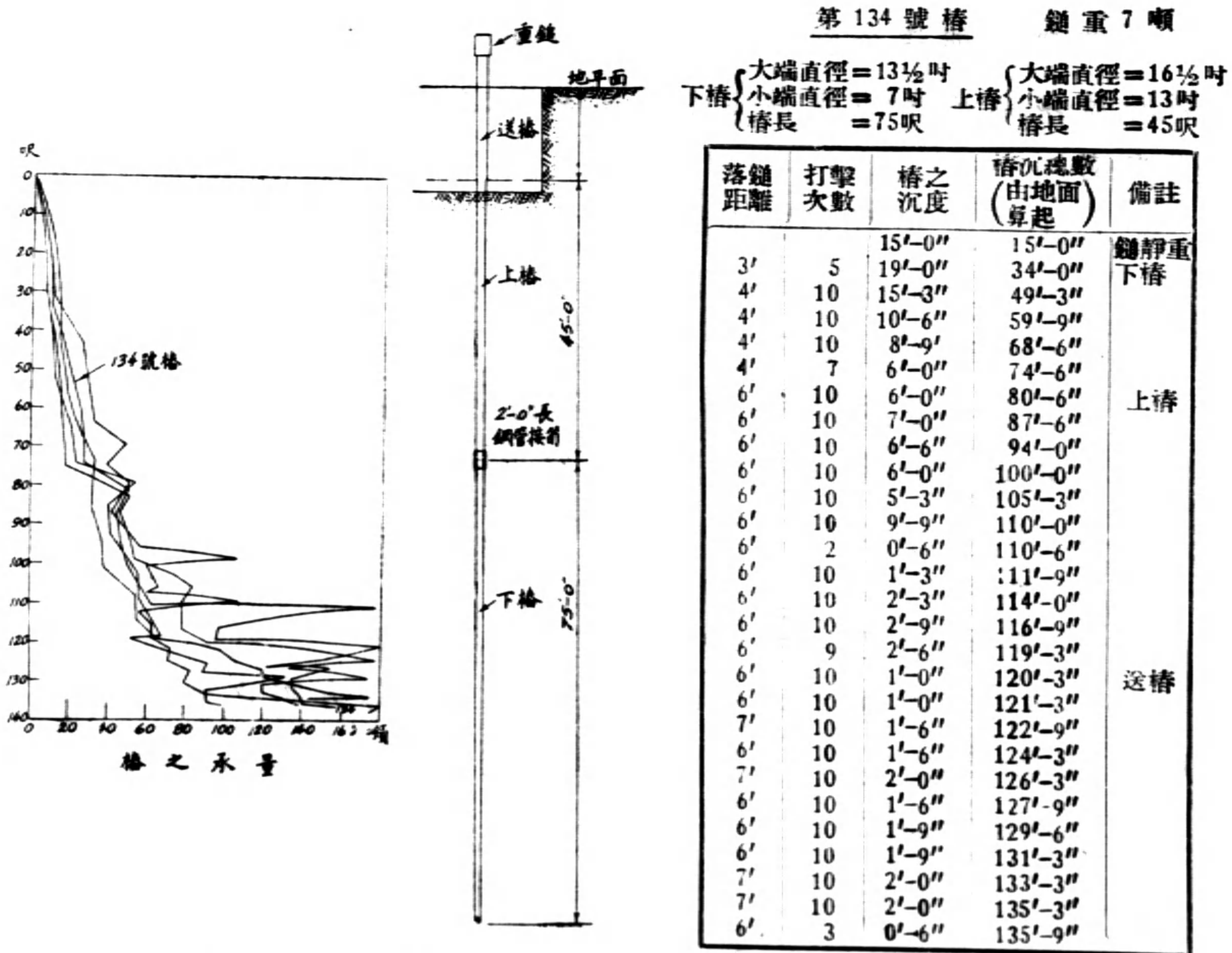
a = 樁寬(平行樁)

蔡方蔭君主張\*, 不能以單樁試驗之結果,用以乘羣樁,為設計標準,具有卓見。但大廈之樁,動逾百數,難以一一試驗,大都規定

\* 參閱打樁公式及樁基之承量,工程第十卷第六號。

每方呎表皮阻力若干,就當地情形,加以增減,而定設計之標準,獨上海建設大廈曾由費博(S. E. Faber)君,用Hiley氏打樁公式,每樁加以試驗,其結果與所假定每方呎表皮阻力,尙能相符,惜未經靜重試驗(Static load test),實際承重或稍有不同,但羣樁對於各柱所承之重量,得以相稱,可以斷言。所用之樁,爲45呎與75呎長兩種木樁接合者,其設計之準則,爲每柱載重之總重心與全部承樁之重心相合,且每柱所需承樁之總數,仍可單獨承受各該柱之重量,且其重心亦相符合。表皮阻力,每方呎爲350磅,茲就試驗結果,擇舉數樁如下。

柱重爲586,589磅,由五樁承載,由Hiley氏公式求得各樁之承量,如第九圖。由圖可見樁之承量,足承該柱之重,可見Hiley氏公



第九圖

式,尚合實用也。

建築之地基,在一二百呎內,未必有大異,於設計前,可擇十樁或五樁,用 Hiley 氏公式,加以試驗,然後以其結果與所假定之表皮阻力,酌定承量,較之無試驗者,自較妥善。否則,惟有減少假定之承量,以期穩固。

總之,承樁之安全與否,須根據多方情形而定,如基礎之大小,地土之性質,活重與固重之比率,樁之長度,及貼鄰有無巨大重力等等,均有關係,祇能就經驗所得,隨時酌定設計之準則。若欲得一簡單定則,可以用為打樁標準者,誠難乎其難也。

### 結 論

綜前所述,不得謂之盡善,但著者十年來根據上述種種,而設計之基礎,尚能適合當地土質,不致有傾歛,裂縫,沉落不均及過深諸弊發現。故雖不能視為定則,尚可以施之實用,茲再簡略言之,以便參考。

1. 上海之土質,鬆軟而富有彈性。
2. 基礎設計,宜用 E. S. Load, 使其下沉平均建築物不致傾歛。
3. 高不逾四層之建築,以用 12 吋方對開之木樁,最為經濟。
4. 長樁疏排,優於短樁密排。(有時短樁密排反而有害。)
5. 樁之表皮阻力,不宜用足,如照下表,可望十分安全。

水泥樁為	300 磅
楔形樁為	250 磅
普通木樁為	200 磅

6. 打樁後,如地土之一部分仍須承重者,每方呎之承量,祇能用 500 至 600 磅。

7. Hiley 氏打樁公式

$$R = \frac{W \cdot h \cdot \eta}{S + \frac{C}{2}} + (W + P)$$

$$L = \frac{R}{F}$$

尙合實地情形,可以應用。

8. 用樁基礎,最好先擇數樁,加以試驗,知其承量,酌定相當之表皮阻力,以期穩固。

關於打樁問題,尙無圓滿成績,深望工務機關,多作試驗,獲有相當標準,是所期望者也。

是篇匆促草成,容有謬誤,尙望有以教正之。

費博 (S. E. Faber) 君,學識淵博,著者與之相處有年,獲益良多,書此誌謝。

# 廣州市新電力廠廠址地基工程述要

梁文瀚

馮雨蒼

篇內關於透平機腳核心溫度之變化，承本廠籌備委員兼工程處長文樹聲指導探驗研究。特書誌謝。

## (一) 廠址之測定

**測量** 廠址之選擇，所根據者有若干原則，已詳本會所刊印之小冊子。收地事宜，由財政局代為辦理，轉交本會收用，始由工程處着手測量。該址原有房屋，仍一律測下，以與新計劃相比對。此項測量，本可待拆卸房屋後始進行，但有比對測量，以觀地面之變遷實亦有幾許歷史價值也。測量時用導線，連鎖成小三角網，迨拆屋通視後，再作小三角測量，各小三角點同時作水準點。測量既畢，是為本廠原始地形圖，以紅線繪成。按圖設計。凡現有廠址之新建築，則另用黑色繪入。如是，則何者應拆卸，何者應保留，自可了然於紙上，如按圖索驥矣。現本廠留有若干舊平房，以儲放早到之機件，而不至與現計劃進行相抵觸者，賴有原始地形圖之助也。

**佈置** 廠址選擇時，對於交通，曾詳加考慮。故今茲計劃，即根據原意，首先設計一交通路線，以連貫水陸。由德泥大道接入廠內，折而達河邊，中分廠址為二：其一為工作區，其另一則為預備區。工作區包括機房本身，煤場，進出水道等；預備區則包括貨倉，宿舍，飯堂，草場等。在預備區內，其貨倉與廠路及河邊接近，以便運輸。倉後為大草場，次及宿舍，以至飯堂。在工作區內，入廠路邊，擬建總辦公

室。後爲電掣室，設有天橋以達其後之透平機 (Turbine) 房。再後爲鍋爐房及泵房。鍋爐房之前，有大空地，距增埗河邊約百公尺，定爲儲煤場，直至河邊，有砌石斜坡堤壩爲界。繞煤場邊沿，爲入水管與出水渠。廠路盡處爲碼頭。碼頭有兩翼，左翼爲煤台，右翼則爲泵水箱。該兩項所以併在碼頭之原因，河床水量使然也。

**水準** 定廠址之基高，當以水尺爲根據。惟該處附近未建水尺，故須根據上游江村之水尺，與下游海關之水尺，連成作一傾斜度，而以本廠地址按距離比例以推算之。結果覺其水位（尤其爲高水位）與治河處所紀錄者尙同，因取以作爲根據。又因治河處水準與市工務局水準有聯絡比數，遂取市工務局水準，引入廠內，以資他日有其他工務時，可以互相聯絡。查增埗河在比較紀錄上，及實際水痕上，最高水位爲 +7.30 公尺，故定機房基高爲 +7.80 公尺。（較最高水位高出半公尺。）按十數年來之紀錄，少有達到最高水位 +7.30 公尺者，今再有半公尺之超高，當可保無虞矣。

## (二) 施工進行

**鑽探地質與試樁** 依照計劃，新築機房之基礎，適在舊有磚窰之原址上。磚窰原有烟肉高約百呎，重約二百噸。似此巍峨，亦足以見本廠機房基礎之不弱。然爲審慎計，仍作種種探驗，如地質之鑽探，木樁，三合土樁，及鋼樁之試打，關於後兩項樁類，打入後更作載重試驗，以視其沈下程度。各項成績，均有可觀，其結果已詳載工程第十一卷第一號，故不贅。

**地基打樁** 所打樁類分兩種，承托靜重者用鋼樁，承托活重者用鋼筋三合土預凝樁。鋼樁共打一百三十八條，最短者爲十一呎十吋又四分之一，最長者爲七十九呎二吋，平均長度約爲四十一呎又半。其最後打入紀錄，平均每十錘下沈 0.127" (3.24 公厘)，均較試樁時之深入爲小，照理當可安全。打入之情形不一，或逐漸難入，或先易後難，或先難後易，此亦足證地層情形之複雜矣。鋼樁不



甚適用於震撼建築部份，理論與事實均有證明。故活重之透平機地基，轉採用鋼筋三合土預凝樁。依照試樁結果，定長度為35呎，斷面為14吋正方形。意料當亦如試樁時之難入；且透平機地基較低，以為入地面愈深，土之承托力當愈大也。乃打樁時之情形，大出意料之外，平均每十錘竟下沈1.77" (44.68公厘)。經一度考慮後，乃將基地再行掘低半公尺，暫棄原樁不打，先打次樁。結果仍易入如前。依次進行，整排樁柱均同一情形。及後將樁架搬回原地，再打第一樁，頓見難入，打至樁頭破碎，每十錘只入0.173" (4.40公厘)。再打第二第三樁亦然，以至整排皆然。因再試次排，結果亦相同。此種情形，適如蔡方蔭君論文所載：關於細砂或泥土之情形。初打入時，樁身震動，地水附着於樁身，有滑油作用，故易入。及至過後，水漸乾凝，將樁身含實，增加垂直之磨擦力，遂致打入較難也（參閱工程第十卷第六號520—521頁）

**鍋爐房地基設樁頂套帽** 鍋爐之重量，分佈於躉脚，經一聯成之底板而傳至樁柱。據承商西門子廠意見，擬在樁柱頂部橫貫以工字鐵，然後敷以三合土，俾成一體，其計劃自屬穩固。惟於費用與時間，兩者俱不經濟。因另擬計劃，將馬克敦公司承打之樁頭，做成鋼筋三合土躉帽。經研究結果，以為此兩種計劃，同是一事，不過西門子廠所擬者為橫加大工字鐵而已。此工字鐵之增加，原為增大剪力，如去此而亦足證安全，則似不必多費手續也。因核算樁頭藏入三合土躉帽內之表面積，乘以單位結合力，其總結合力已超過每樁之假定承托力，故知其安全，遂決定採用後者之計劃。惟為增厚剪力計，在樁頭頂上仍加貼鐵片兩塊，屈成弓字形，以分配其力。此種結合力之應用，是否一定可靠，殊未易證明；然另有鐵片鋼筋，想可無危險。

樁頭結合力核算：

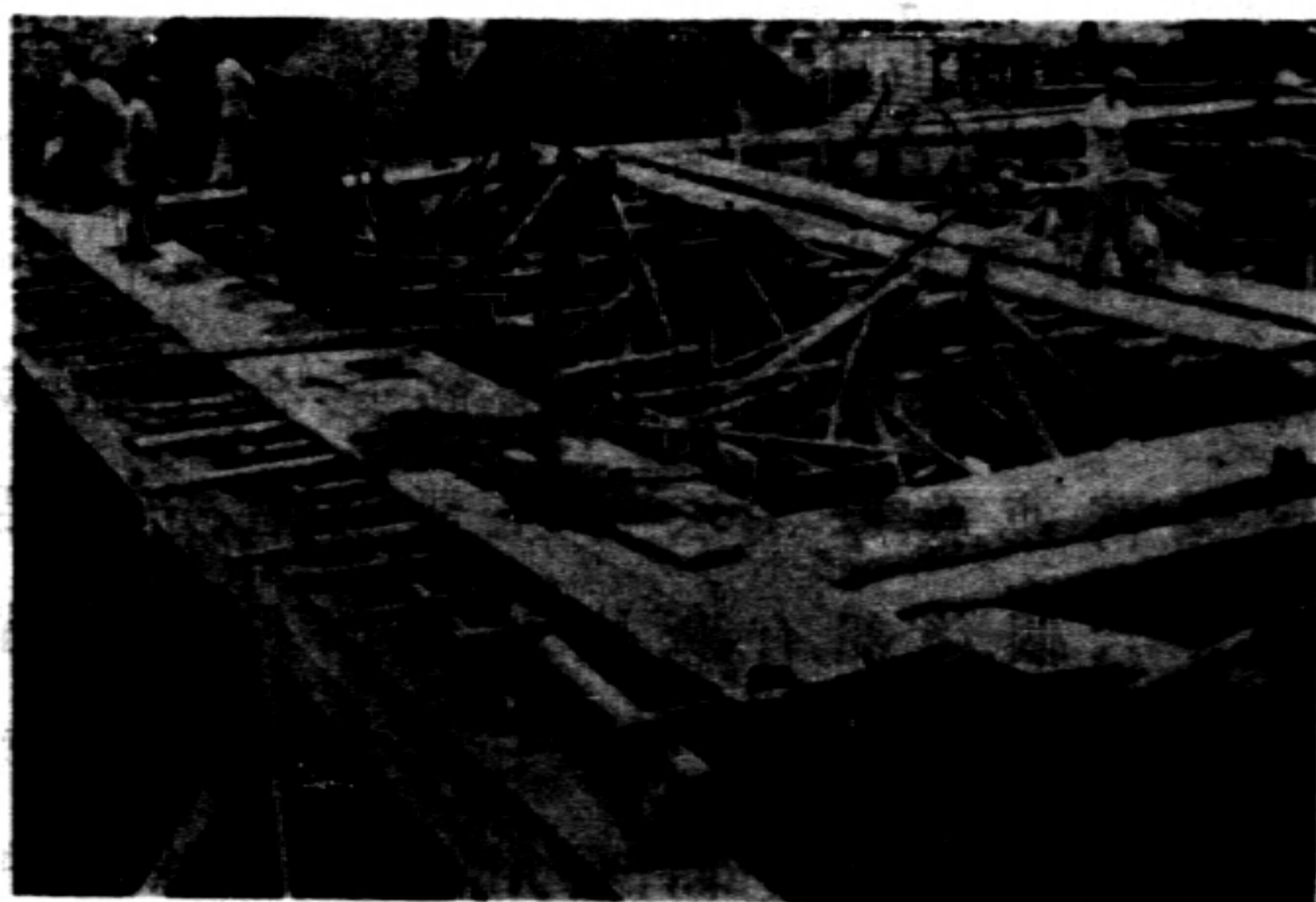
查所打工字鐵鋼樁，高闊均為24公分，即 $9\frac{7}{16}$ "。三合土躉帽所藏之樁頭高六呎(72")。若以單位結合力為80磅平方吋，則

總結合力 =  $4 \times 9 \frac{7}{16} \times 72 \times 80 = 243,000$  磅 (=120噸)。

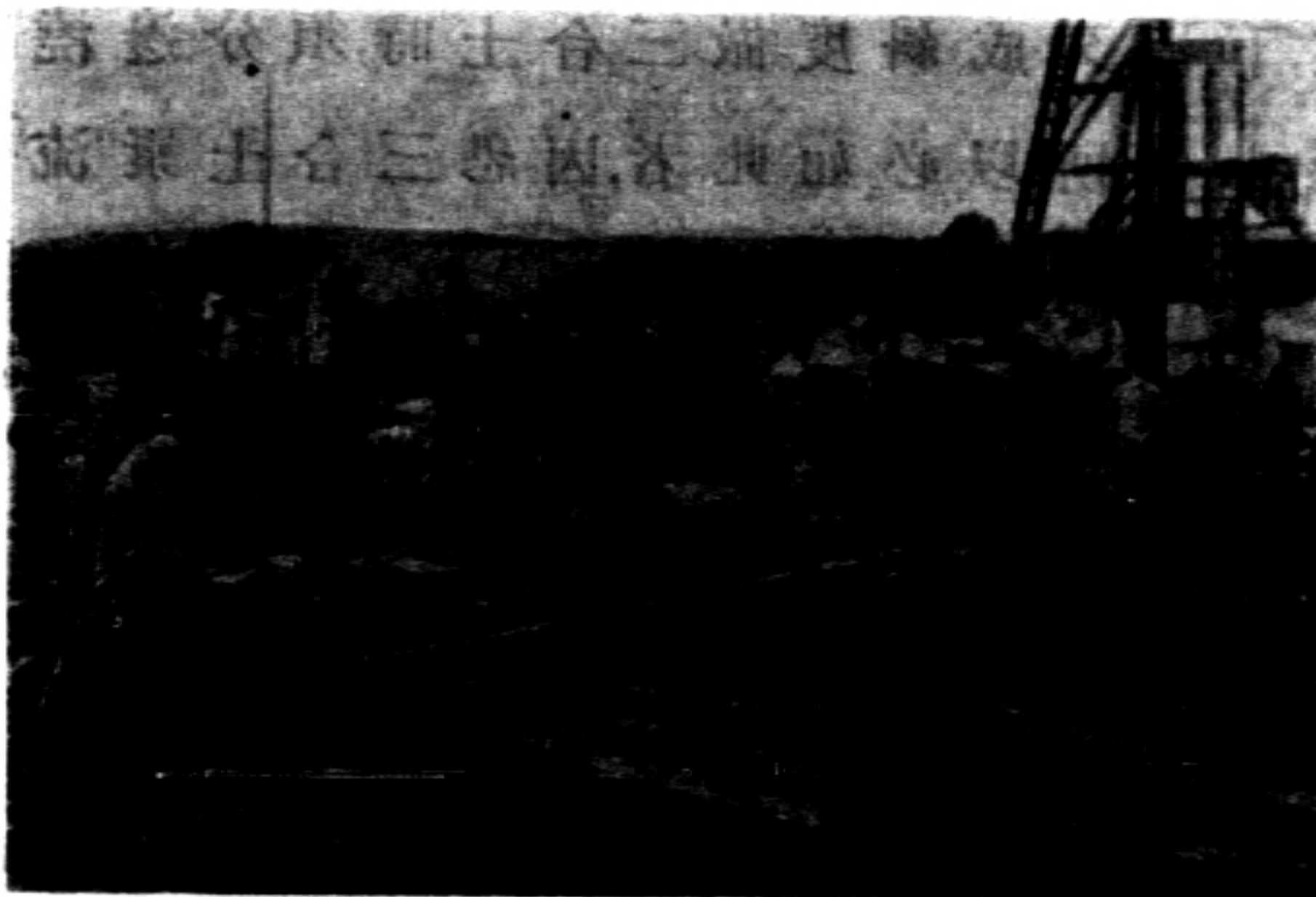
按鍋爐房地基每樁分配受重最大者不過 80 噸。如結合力可靠，儘夠安全。(註：鋼樁之斷面爲工字形，實際面積大於  $4 \times 9 \frac{7}{16}$  吋)。

**鍋爐臺脚** 鍋爐臺脚全部用鋼筋三合土做成，基於前說之臺帽上，擬定爲飄臂連臺，厚 70 公分，上設臺柱，分担受力部份。鍋爐前部有煤滓漏斗六個，後部有灰爐漏斗四個。漏斗壁板頗薄，用十字樑承托。因地位狹窄，施工做三合土時須在面上木模板多開活孔，以便分邊澆做。且插三合土時，須用破邊竹片，始可插透。除漏斗外，復有前部突口，建築頗見困難。突口部份，向前突出，上下左右，爲厚 25 公分之三合土板，中空，下板又成斜度。做三合土時，須分邊澆做，先成邊板，再及下板，後及上板。所以必如此者，因恐三合土漿流走也（參閱圖一，二，三，四）。

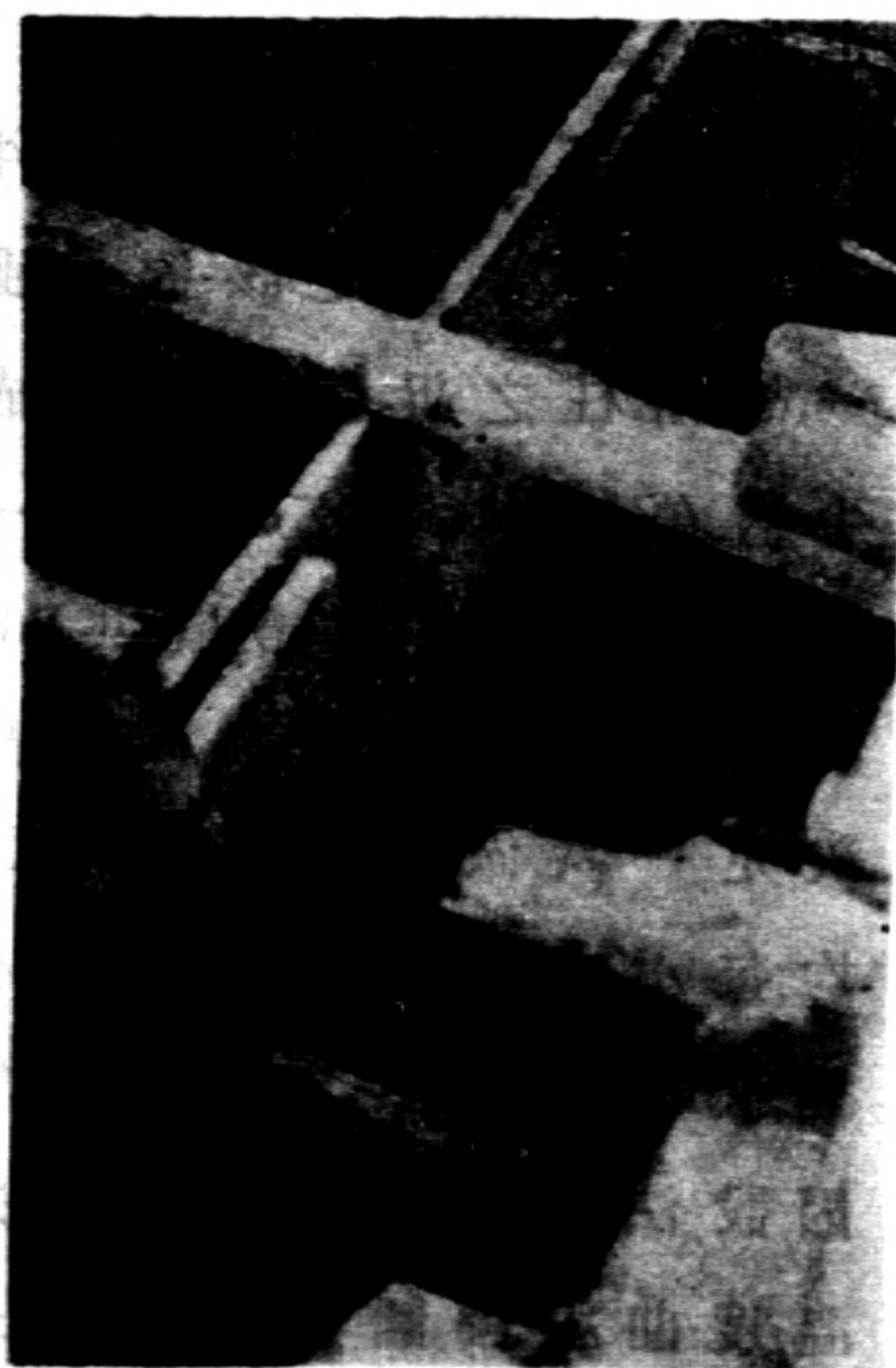
**透平機臺脚** 因透平機震撼關係，故採用鋼筋三合土預凝樁爲基礎。並假定該機發動時之離心橫力爲其垂直重力六分之一，故樁柱之近臺邊者，打成六比一之斜度。打樁情形，已如上述。透平機臺脚本身之底部，爲一鋼筋三合土巨塊：長 11.66 公尺，闊 7.48 公尺，高 3.00 公尺，體積共 261.65 立方公尺，重約 627.96 公噸。以兩副混凝機同時進行澆做。其中鋼筋甚多，照理足夠抵抗溫度影響，故決定一次做成。計第一臺工作時間爲 33 小時，第二臺爲 22 小時，平均每小時每副機澆製三合土 19.03 立方公尺。如此巨塊雖鋼筋足夠抵抗伸縮，然其本身之完全冷却（凝結）究須幾時，頗堪注意。因設法將其核心之溫度逐時探出，同時記取外間溫度，列表繪成溫度曲線圖。圖之橫軸代表時間，立軸代表溫度變化（以攝氏表計算）。觀其曲線趨勢，在最初一二日內，三合土之凝結溫度增長極速，與外間溫度相差殊遠。至第四日，溫度之最高點達 68°C。隨後即續漸低降，至第八日低降驟速。及後又復和緩。直至第十七八日，其核心溫度始漸與外間溫度相近。然溫度相近之時間，是否即爲三合土凝結所需之時間，尙待證明。若謂其至此則士敏土之化學



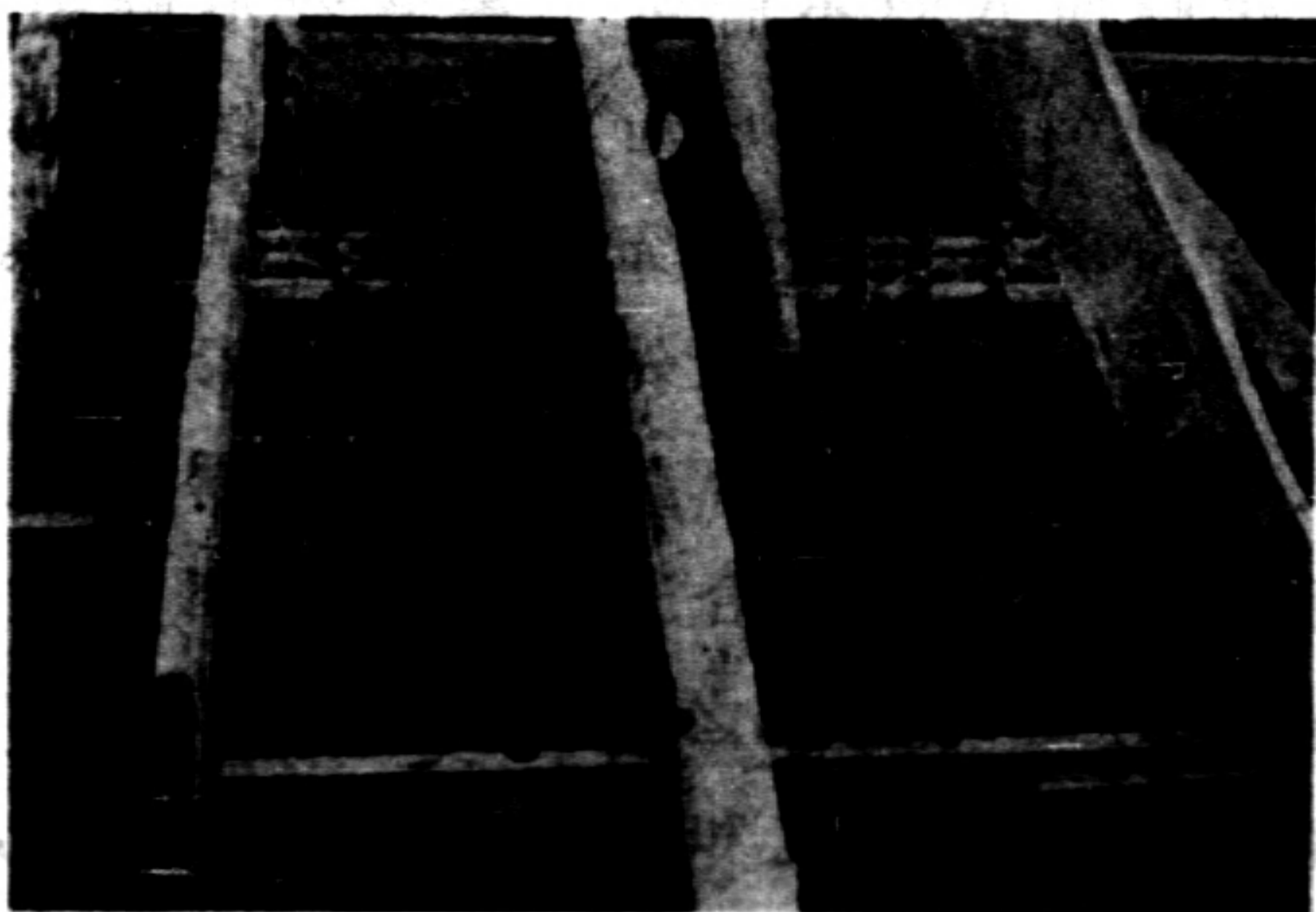
圖(一)鍋爐躉三合土模板完成待檢驗



圖(二)鍋爐躉澆三合土工作在進行中



圖(三)鍋爐躉脚前部  
突口上下層之  
構造



圖(四)鍋爐躉脚前部突口上層鋼  
筋排列情形



圖(五)透平機躉脚厚度側視

圖(五)透平機躉脚厚度側視

圖(六)透平機北躉晚間續澆三合土

圖(七)探驗透平機躉脚核心溫度



圖(六)透平機北躉晚間續澆三合土



圖(七)探驗透平機躉脚核心溫度

作用已告一段落,想可肯定也(參閱圖五,六,七,八)。

**碼頭泵房發現流沙** 碼頭右翼為泵房水箱,其底部常在低水位之下,故建築時須攔水。攔水工程,初時指定用木板圍堰,中實黏土。惜施工時承商略見疏忽,對圍板構造未能嚴密,入土又稍見鬆散,致被河水侵入。後將圍堰加寬,始能將積水完全泵出。再略掘深,竟發現流沙。沙隨水洶湧上升,以致圍堰亦呈險狀,因飭承商先用沙袋鎮壓,阻流沙上湧,然後另用鋼板樁加圍。鋼板樁較易深入,截斷沙層,流沙頓止,遂進行澆做三合土工程。

**水道** 進水用管,出水用渠,為水道設計原則。進水管由碼頭右翼泵水箱用管架引入,至堤岸後,即繞煤場由機房北面入透平機房。管凡三曲,頭尾兩節設伸縮套管。全管在煤場部份,用土掩蓋,不至外露。出水道在機房內仍用管,經過電掣室,通天後,流入明渠。出水管凡二,流入明渠分格。分格各具欄閘,可分別啓閉。越閘後,水合為一,流經明渠而入於河。明渠之斷面為長方形,寬2公尺,出水之流速每秒約為1.5公尺。

附計算式如下:

按西門子廠來函開,關於進水量應為:

$$45000 \text{ K.W. 需水 } 13000 \text{ cbm./hr.} = 3.6 \text{ cbm./sec.}$$

按45000之數,內包含保險超率50%,本廠電量共為30000 K.W.,暫時可不出此。故按實計算。

此數與金專員所定75ft.<sup>3</sup>/sec.尚符。

$$30000 \text{ K. W 需水 } 8700 \text{ cbm./hr.} = 2.41 \text{ cbm./sec.} (=2.50 \text{ cbm./sec.})$$

$$\text{今假流量 } Q = 2.50 \text{ cbm./sec.}$$

$$\text{明渠傾斜 } J = 1\%$$

$$\text{最善渠形 } b = 2t; \quad b = \text{渠寬}, t = \text{水深。}$$

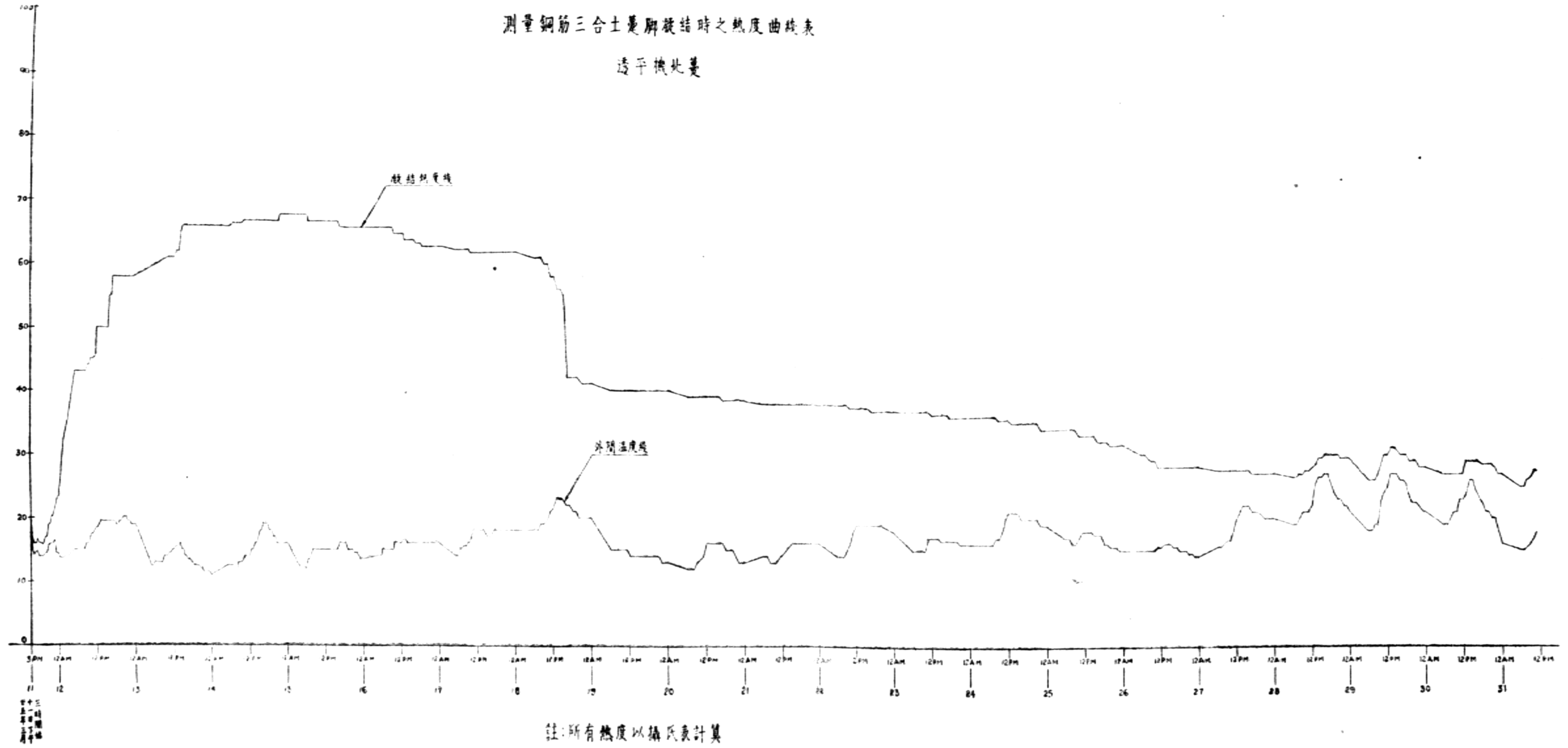
$$\text{觸水半徑 } R = \frac{F}{P} = \frac{2t^2}{4t} = t/2。$$

$$F = \text{流水面積} = bt = 2t^2; P = \text{觸水週邊} = b + 2t = 4t。$$

$$\text{假定流速 } v = 1.00 \text{ m./sec.}$$

測量鋼筋三合土養脚凝結時之熱度曲線表

透平機北曼



則所需面積  $F=Q/v=2.50/1.00=2.50\text{m}^2$

或  $2t^2=2.50$

$$t = \sqrt{1.25} = 1.12\text{m.}$$

$$b = 2t = 2.24\text{m.}$$

第一次假定  $b=2.25\text{m.}$

$$t = \frac{2.5}{2.25} = 1.11\text{m.}$$

$$R = \frac{2.25 \times 1.11}{2.25 + 2 \times 1.11} = \frac{2.25}{4.47} = 0.56$$

檢表  $R=0.55$

$$c=71.5$$

$$t = \sqrt[5]{\left(\frac{2.5}{71.5}\right)^2 \times \frac{2}{4 \times 0.001}} = 1.431\text{m.}$$

第二次假定  $c=70.2$

$$t = \sqrt[5]{\left(\frac{2.5}{70.2}\right)^2 \times \frac{2}{4 \times 0.001}} = 0.9117\text{m.}$$

$$R = \frac{0.9117}{2} = 0.456$$

(甲) 檢表  $c=70.2$ ;  $t=0.91$ ;  $R = \frac{0.91}{2} = 0.455$

$$(乙) 計算 \quad c = \frac{87}{1 + \frac{r}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{0.16}{0.675}} = 70.3$$

$$r = \text{粗率常數} = 0.16; \quad \sqrt{R} = \sqrt{0.455} = 0.675.$$

決定  $F=2t^2=2 \times (0.91)^2=2 \times 0.83=1.66\text{m}^2.$

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{2.50}{1.66} = 1.505\text{m./sec.}$$

查三合土槽內,流速可至  $2\text{m./sec.}$

$$b=2t=2 \times 0.91=1.82\text{m.}$$

$$b=2.0\text{m.}$$

$$t=1.0\text{m.}$$

### (三) 結 論

凡築造偉大之工程,其重要之點凡二端:一為選擇地址,一為基礎工程。二者有一不當,則種種不便,必由是而生。茲者本廠之工程,於此二點可謂特別注意。關於廠址問題,經多數專家費長時間之考慮與計劃,自屬選擇得宜。至於基礎工程,其試探及施工情形,既略如以前報告及本篇所述,設非遇有萬一意外,當不致再有可虞之處,基礎既固,上部建築及導線與轉電等等工程,自可陸續進行。將來如有問題,當再為同志告。



# 小型單汽缸汽油引擎改用木炭 代油爐之研究

胡 嵩 岳

## (1) 研究之動機

交通部有線及無線電報發報台所用蓄電池充電設備,向多採用美國西屋製造公司 (Westinghouse Co.) 出品之汽油引擎直接直流發電機,習稱 E 31 者。該機汽油消耗頗費;在邊遠省區,汽油因運輸困難,價格較在通商口岸高出數倍,充電所費,尤屬不貲,且往往因運輸問題,供給時有發生恐慌之虞。交部近鑒於各省長途汽車及運貨汽車現在多有改用木炭代油裝置者,乃思將 E 31 引擎亦改用木炭代油,因令上海電報局招商承辦,並撥 E 31 引擎一具以爲試驗之用。電局當委上海中國建設工程公司(簡稱中建公司)承辦,著者方得機會參與試驗,並覺此種小型引擎改用木炭煤氣發生爐尙未有所見,頗感興趣,遂自民國廿四年夏間開始工作。

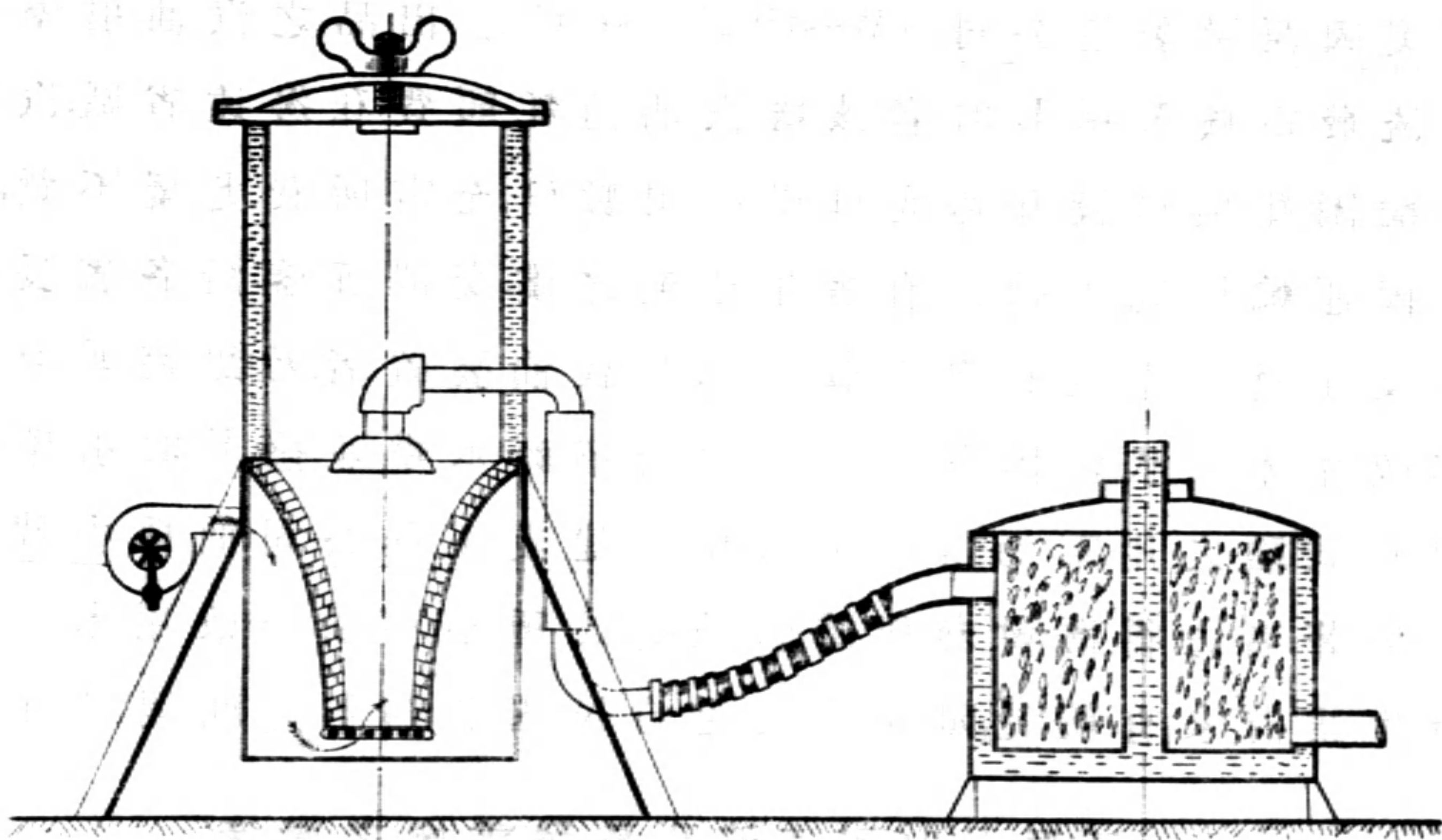
## (2) 西屋 E 31 引汽油引擎發電機之構造

西屋 E 31 汽油引擎單汽缸風冷四行程單動式引擎,汽缸直徑 2 $\frac{1}{2}$ " , 衝程 3 $\frac{1}{2}$ " , 活塞吸量 17.2 立方英寸,汽缸蓋內燃燒室直徑 2 $\frac{1}{2}$  英寸,高 1 $\frac{1}{2}$  英寸,故此引擎之壓縮比 (Compression ratio) 祇 2.96, 引擎規定速率每分鐘 1250 轉,用線圈式着火裝置,附有着火時期較準器,可以提早或改遲着火,惟非自動進氣與排氣門均在汽缸蓋上,與此引擎直接接連之直流發電機,亦係西屋本廠出品,規定工

作量爲 750 瓦特,約合 1 馬力,電壓標準 32 伏,最高負荷時電流約爲 23.4 安培,發電機上接頭箱及開動開關可使蓄電池與發報機并接於發電機上,與普通汽車上所用之浮接蓄電池法之着火裝置相仿。

### (3) 幾種代油爐之試驗經過

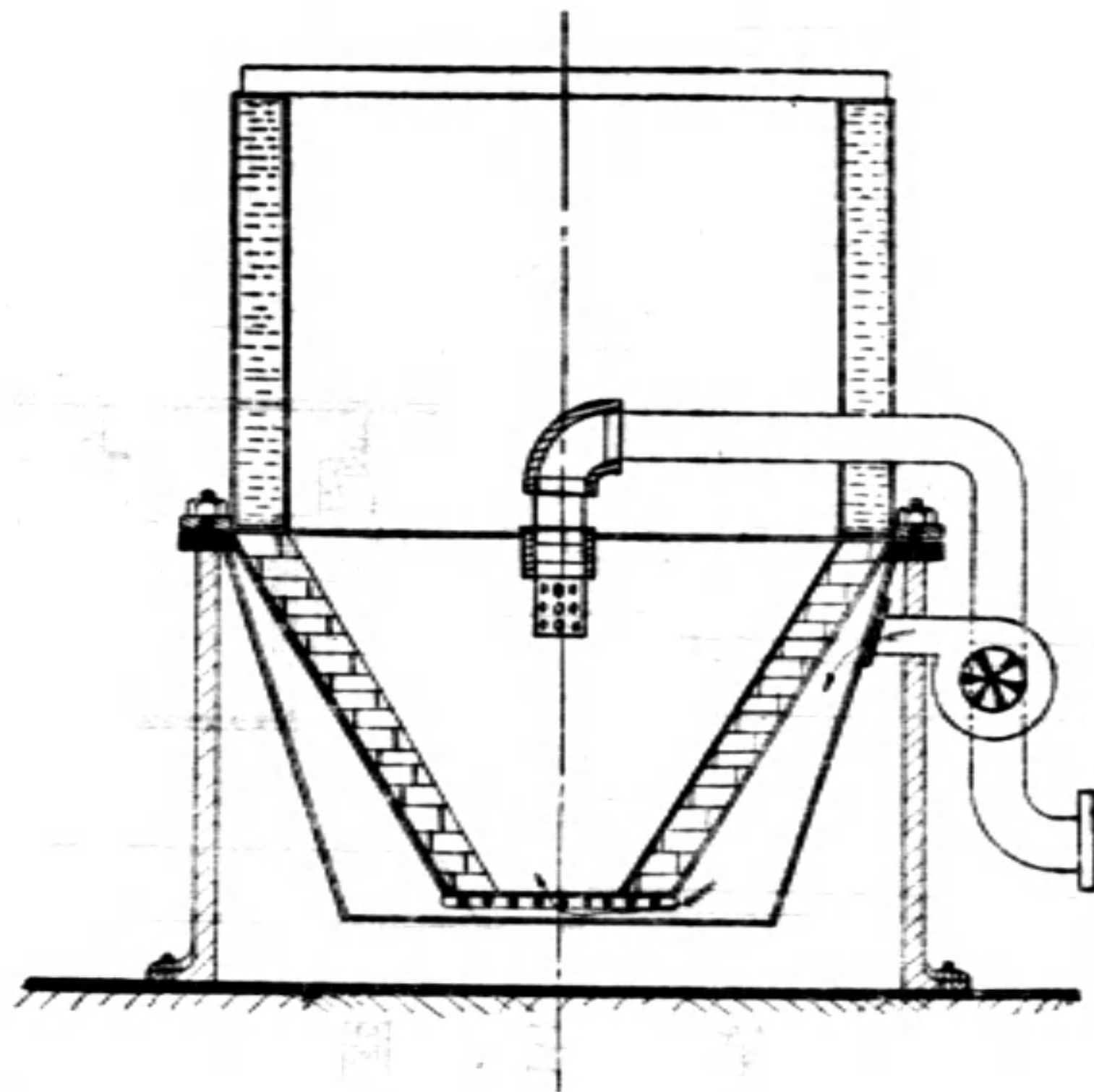
中建公司因在初創時期,尙未自備工場,乃商得本埠一木炭汽車製造公司之同意,借用其汽車上所用之木炭煤氣發生爐,以爲試驗之用。經數次試驗結果,察知該爐容積太大,E 31 引擎吸量不足以使其發生可燃之煤氣。引擎在代油爐生足火後,祇轉動一



第一圖

二分鐘,即行停止。遂又委託該公司另行設計一較小之爐及濾清器,如第一圖所示。製成後試驗結果,生火後引擎可以繼續不斷轉動一小時許,仍即停止,且發電機之負荷祇可達 10 安培左右。著者仍覺該爐爐膛太大,乃試將其下面爐柵上空氣進入處略爲減小,並將吸氣口改用直管接長使爐柵至吸氣口距離縮短,以減薄炭

層。該管下端封閉，上鑽小孔，使煤汽由小孔吸出，如第二圖所示，爐中所用者經此次改造後，引擎可以運轉達五小時以上，負荷亦可增至 15 安培，惟負荷不能勻穩，且引擎開動一二小時後，即須將爐

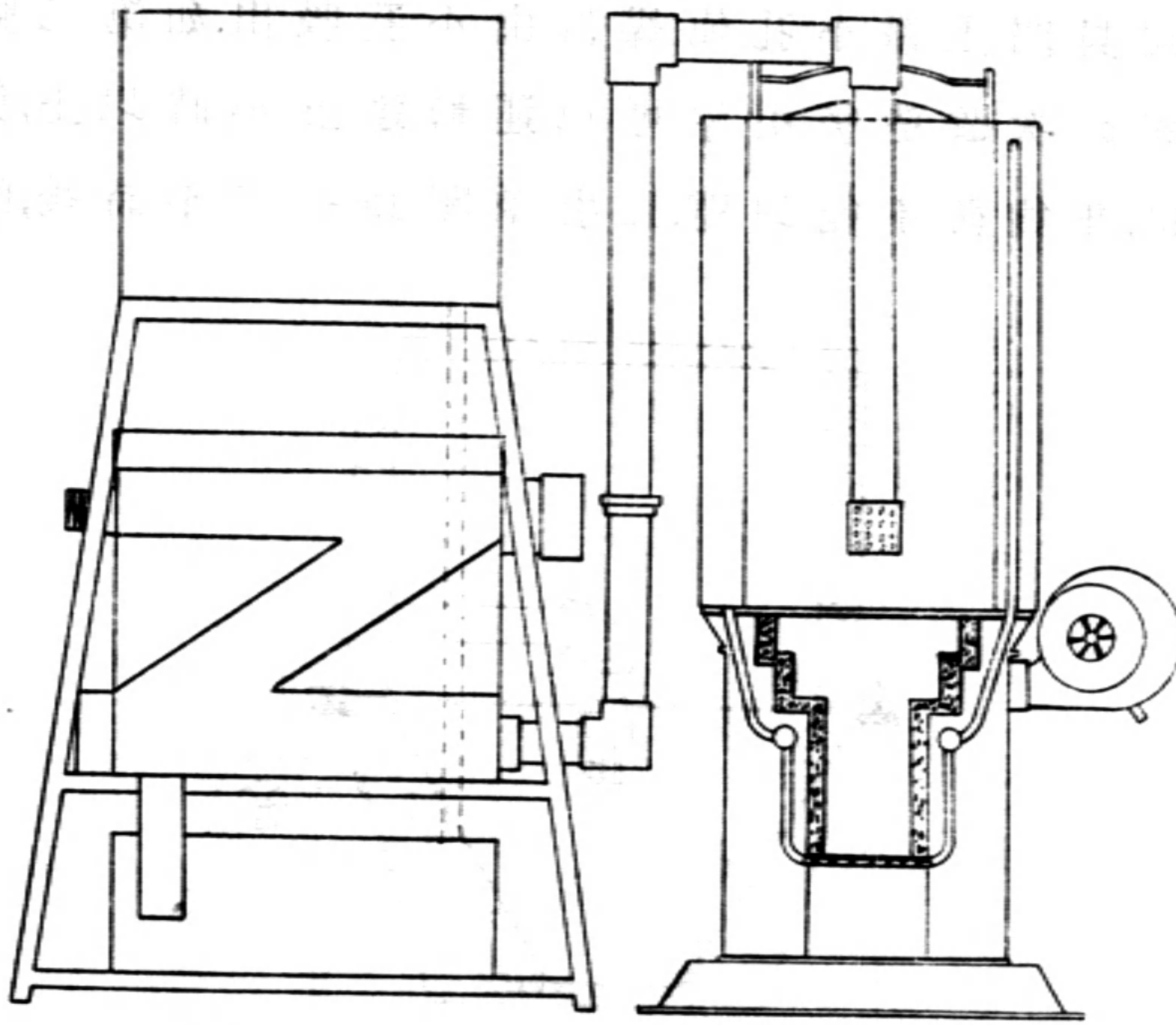


第二圖

身搖動，木炭方能下降，否則煤汽即不可用，殊為麻煩，此乃在汽車上所無之困難，因汽車行動不免顛播，木炭自易下降也。經此試驗後，著者認為小型引擎改用木炭代油非不可能，惟發生爐與濾清器必須另行設計耳。

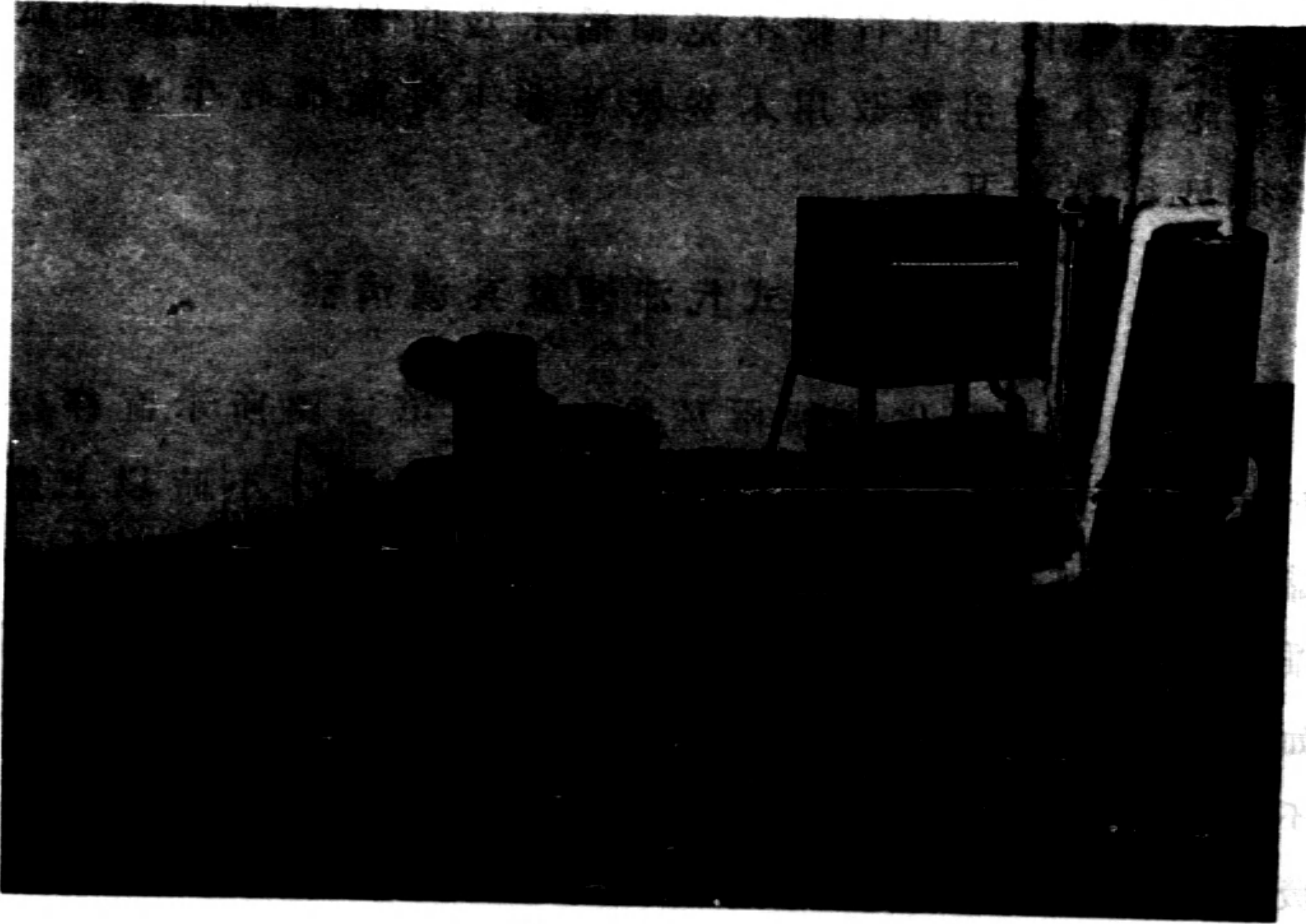
#### (4) 中建式代油爐及其濾清器

中建公司自製代油爐兩種，第一種如第二圖所示，直徑(26")大而不高，木炭容量甚大，裝滿後可以轉動引擎十小時以上。爐膛與儲炭部份相接處傾斜角度甚大無須推搖爐身木炭可自動降下。惟以爐膛仍嫌太大，損耗熱量較多，每小時炭耗約三磅強。第二種如第三圖所示，吸氣管改由頂蓋上直下使爐身直徑縮小(16")，而不礙木炭之自動下降。另加水管一根使在開始生火後，蒸氣尚未發出時，可用少許熱水放入爐棚附近，藉該處高溫蒸發，與空氣同時吸入爐內，俟開行後，蒸氣發生，改用蒸汽濾清器，兼用水冷，使



第三圖

煤氣經過此器，一面濾清，同時溫度降低，庶可增加引擎容量效率，使引擎工作量不致因改用木炭煤氣而漸小過甚。該器之冷水由



第四圖

上面冷水箱，經水管開關，從濾清器最下部份，緩緩流入。較熱之水，由該器上面管子流出，導至下面迴水箱。濾清器下面亦有一管，通至水迴箱底。迴水箱污水，須由上部溢水口流出，故此管總為水封住，而煤氣中濾出之雜質，則可由此管以排出。第四圖示代油爐濾清器引擎及蓄電池裝接充電之情形。

#### (5) 用汽油與改用木炭代油爐後引擎工作情形

著者先用汽油開動引擎，查知此引擎（在控制汽門開足時）之最高負荷不過 675 瓦特，如附表。

附表 750 瓦特汽油引擎負荷試驗

（廿四年十二月廿一日）

次 數	速率 (每分鐘轉數)	電壓(伏)	電流(安培)	瓦 特
1	1380	45	9.5	427.5
2	1250	38	16	610
3	1180	35	18	630
4	1080	32	20	640
5	1070	30	21.5	646
6	1070	30	22.5	675

改用木炭代油爐後，因空氣煤氣配合未臻完善，不能作同上之試驗，但可得最高之負荷 15 安培，如下表：

速率(每分鐘轉數)	電壓(伏)	電流(安培)	瓦 特
1250	32	15	480

最大負荷較用汽油時最高負荷約減小 21%。

經五小時不停之運轉，炭耗約 6 磅，即每小時耗炭不過 1.2 磅。

#### (6) 結論

第二種中建式代油爐製成未久，雖可應用，因交部急待試用，未能得機會作更進一步之研究，但由此種簡陋之試驗經過，可得如下之結論數點：

- (1) 爐膛下進風面積與引擎之大小極有關係。
  - (2) 吸氣口與爐柵之距離,即炭層之深淺,極關重要,必須合度,方得可燃之煤氣。
  - (3) 改用代油爐後,煤氣與空氣混合多寡之控制,最為困難,應另行設計,庶可使其配合隨意,以便增減引擎之負荷,而能運轉如意。
  - (4) 改用代油爐後,最好能將引擎之壓縮比增高,否則引擎之工作量約減少21%。
  - (5) 改用代油爐,煤氣着火時刻必須提前。
  - (6) 濾清器最好兼用水冷,使煤汽溫度減低,以增加引擎容量效率(Volumetric Efficiency)。
  - (7) 木炭之大小,與煤氣之發生,亦有關係,須採大小一律之炭塊,先經篩過最好。
  - (8) 木炭須乾燥,潮濕木炭不但減少爐身儲炭量,且因發生過份水汽,煤氣不易燃燒。
- 以上所述不過就著者淺陋之經驗而言,同仁對於煤氣發生爐不乏有更深之研究者,尚希不吝指正是幸。

# 鋼筋混凝土公路橋梁經濟設計之檢討

趙國華

**內容梗概** 本篇僅就設計簡單鋼筋混凝土公路橋梁上部構造之經濟問題，加以討論。其餘如下部構造，以及接坡等問題，毫未涉及。

先就設計鋼筋混凝土橋梁，或構造物用之平板及T梁之經濟斷面決定法，分別誘導各種新公式。與常用方法所得者相比較，以核驗其經濟程度。結果並無大效。

次就鋼筋混凝土用之1:2:4混凝土，模殼，及鋼筋各種單價之估算方法，加以說明。其中尤以關於燈鋼及曲鋼比率之估定方法，更有詳細之說明。

其次用筆者獨創之方法，導出一主梁經濟間距之總公式，再就各種材料之單價，橋梁之寬度及跨度，導出一公路橋梁之經濟間距式。更應用該式以支配主梁之位置，並設計各種跨度之橋梁縱橫斷面，復與某省建設廳所訂之公路標準圖中所載之結果相較，後者較前者之造價，貴達1.39-1.59倍之鉅。此舉足以打破以前任意支配主梁間距之無謂，及闡明盲從美國式，喜用密集梁之失策。

更次，筆者復導出一平板橋與T梁橋總價互等公式，用以決定兩種公路橋梁之經濟跨度之限界。並應用此限界經濟跨度（3.36公尺，作3.4公尺計算）設計兩種橋梁，以比較之。兩者相差極微，實無軒輊可分。此舉又足以揭破以前認作6公尺為平板公路橋與T梁橋之轉換跨度之失當。

末了，筆者再行提出，凡工廠棧房等廣大構造物，及扶壁式懸臂式擋土牆等之經濟設計問題，皆可用本篇所述之方法解決之。又關於公路鋼梁橋之主梁間距之支配問題，亦可利用此種思想以解決之。

## (一) 平板及 T 梁經濟斷面決定法之理論

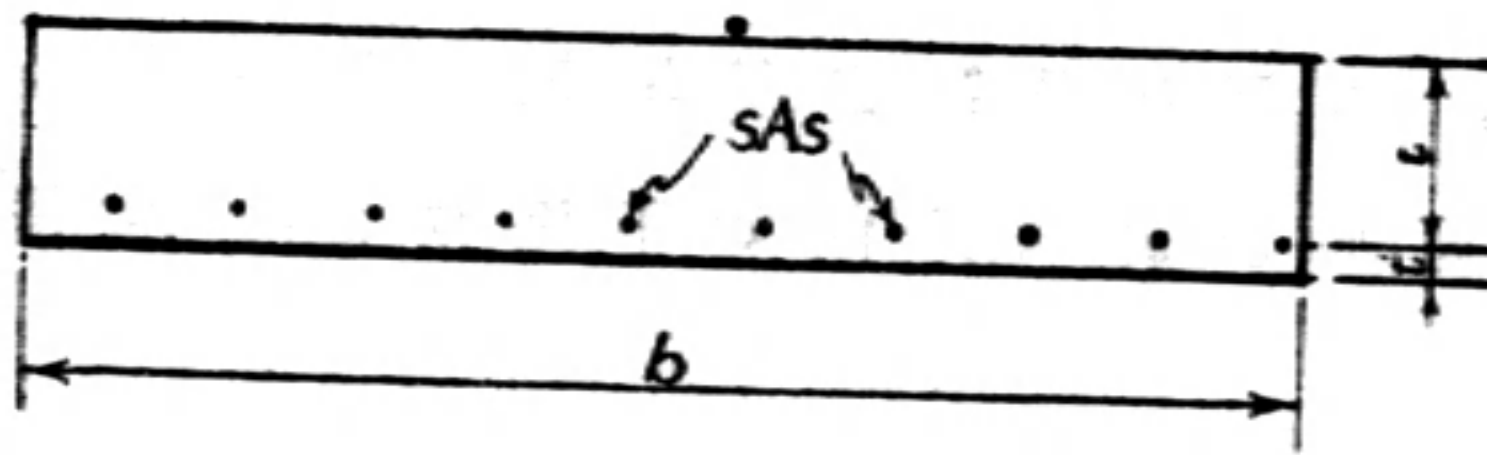
## (1) 平板之經濟斷面決定法。

設鋼筋單位容積之價值為  $V_s$ 。

混凝土單位容積之價值為  $V_c$ 。

模殼板單位面積之價值為  $V_f$ 。

則單位長鋼筋混凝土平板之價值為(見第一圖)。



第 一 圖

$$V = V_c b(t+t') + V_s A_s + bV_f \quad (1)$$

但模殼板一項不依其厚度而變其值,故在任何情形之下,恆為一定。如是可將(1)式中之末項移至左邊,並令  $\alpha = V_c : V_s$  得

$$V' = V - bV_f = V_c b(t+t') + V_s A_s = V_s [ab(t+t') + A_s] \quad (2)$$

但  $A_s = \frac{K^2}{2n(1-K)} bt$  ( $\because p = \frac{K^2}{2n(1-K)}$  及  $A_s = pbt$ )

代入(2)式而整理之得

$$V' = V_s b \left( 1.1\alpha t + \frac{K^2}{2n(1-K)} t \right) \quad \left( \text{假定 } t' = \frac{t}{10} \right) \quad (2')$$

求板之斷面價最小時,可由(2')式求關於  $K$  之微分而令其等於零,即

$$\frac{dV'}{dK} = V_s b \left[ 1.1\alpha \frac{dt}{dK} + \frac{1}{2n} \cdot \frac{K(2-K)}{(1-K)^2} t + \frac{K^2}{2n(1-K)} \frac{dt}{dK} \right] = 0$$

或  $1.1\alpha \frac{dt}{dK} + \frac{1}{2n} \cdot \frac{K(2-K)}{(1-K)^2} t + \frac{K^2}{2n(1-K)} \frac{dt}{dK} = 0 \quad (3)$

再由斷面之抵抗彎矩公式,求其最大量,今由

$$R.M. = \frac{K}{2} \left( 1 - \frac{K}{3} \right) f_c b t^2 = \frac{K^2(3-K)}{1-K} f_s \frac{b t^2}{6n}$$



式求關於  $K$  之微分而置之零,則得

$$\begin{aligned}\frac{d R.M.}{dK} &= \frac{bf_c}{6} \left[ (3-2K)t^2 + K(3-K) 2t \frac{dt}{dK} \right] \\ &= \frac{bf_s}{6n} \left[ \frac{2K(3-3K+K^2)}{(1-K)^2} t^2 + \frac{K^2(3-K)}{1-K} 2t \frac{dt}{dK} \right] = 0\end{aligned}$$

由上式得

$$\frac{dt}{dK} = -\frac{3-2K}{2K(3-K)} t \quad (\text{甲})$$

$$\frac{dt}{dK} = -\frac{3-3K+K^2}{K(1-K)(3-K)} t \quad (\text{乙})$$

將(甲)式之  $\frac{dt}{dK}$  代入(3)式而整理之,得

$$2n \times 1.1\alpha = 33\alpha = \left( \frac{K}{1-K} \right)^2 \left( \frac{9-5K}{3-2K} \right) \quad (4)$$

將(乙)式之  $\frac{dt}{dK}$  代入(3)式而整理之,得

$$33\alpha = \frac{K^2}{1-K} \left( \frac{3-2K}{3-3K+K^2} \right) \quad (4')$$

由已知之  $\alpha$  值,用(4)式或(4')式以定  $K$  值,然後再用斷面抵抗彎矩公式以定斷面所需之尺寸。但  $K$  值之求,究用(4)式乎,抑用(4')式乎,此事頗有研究之必要。今推斷如次。設混凝土及鋼之許可應力分別為  $40 \text{ Kg/cm}^2$  及  $1200 \text{ Kg/cm}^2$ , 則中和軸距比  $K$  為  $\frac{1}{3}$ 。將  $K$  值代入(4)式得

$$33\alpha = \left( \frac{\frac{1}{3}}{1-\frac{1}{3}} \right)^2 \left( \frac{9-\frac{5}{3}}{3-\frac{2}{3}} \right) = 0.786$$

$$\therefore \alpha = \frac{0.786}{33} = 0.0238 = \frac{V_c}{V_s}$$

復將  $K = \frac{1}{3}$  代入(4')式得

$$\alpha = 0.0056 = \frac{V_c}{V_s}$$

依普通之市價,及工作之繁簡,  $V_c$  與  $V_s$  之比,約在 0.01 至 0.03 之間。故須應用(4)式定出  $K$ ,而(4')式實無用處。又在應用(4)式所得

之  $K$  值時,應再視  $\alpha$  值為大于或小于 0.0238,再行決定應用何式以定  $t$  及  $A_s$  值。凡  $\alpha$  小于 0.0238 時,應固定  $f_s(1200 \text{ Kg/cm}^2)$  值用

$$t = \sqrt{\frac{6n(1-K)}{f_s K^2(3-K)}} \cdot \sqrt{\frac{M}{b}}$$

式定出  $t$ , 用

$$A_s = \frac{M}{f_s \left(1 - \frac{K}{3}\right) t}$$

式求  $A_s$ , 或由

$$f_c = \frac{f_s K}{n(1-K)}$$

式求得  $f_c$ , 再用

$$t = \sqrt{\frac{6}{f_c K(3-K)}} \sqrt{\frac{M}{b}}$$

式定  $t$ , 用  $f_s = 1200 \text{ Kg/cm}^2$  以求  $A_s$ ,

凡  $\alpha$  大于 0.0238 時,應固定  $f_c(40 \text{ Kg/cm}^2)$  值,用

$$t = \sqrt{\frac{6}{f_c K(3-K)}} \sqrt{\frac{M}{b}}$$

式定出  $t$ , 用

$$f_s = \frac{n(1-K)f_c}{K}$$

式定出  $f_s$ , 再代入

$$A_s = \frac{M}{f_s \left(1 - \frac{K}{3}\right) t}$$

以求出  $A_s$ 。

吾人通常用平衡鋼筋量法所得之斷面,僅在根據應力之利用上着眼,以求經濟。但此種斷面僅在  $\alpha = 0.0238$  時為然 ( $f_c = 40$ ,  $f_s = 1200 \text{ Kg/cm}^2$  之情形)。 $\alpha$  大于或小于此數者,恆不能得到一經濟之結果。但此種經濟之程度甚為有限,隨  $\alpha$  值之大小而增減,充其量,不過百分之二。如  $\alpha$  值與 0.0238 極接近時,則毫無所顯矣。茲舉例以明之。

例如已知  $M=64,000 \text{ Kgcm}$ ,  $b=100 \text{ cm}$ ,  $f_c=40 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $f_s=1200 \text{ Kg/cm}^2$ ,  
 $V_c=31 \text{ 元/c.m}$ ,  $V_s=1250 \text{ 元/c.m}$ , 求板之經濟斷面。

$$\alpha = \frac{31}{1250} = 0.025 > 0.0238$$

用(4)式求得

$$K = 0.339 > 0.333 (= \frac{1}{3})$$

故用 
$$t = \sqrt{\frac{6}{f_c K (2-K)}} \sqrt{\frac{M}{b}} = \sqrt{\frac{6}{40 \times 0.339 \times 2.661}} \sqrt{\frac{64,000}{100}} = 10.32 \text{ cm.}$$

$$f_s = \frac{nf_c(1-K)}{K} = 1,170 \text{ Kg/cm}^2 \quad (f_c = 40 \text{ Kg/cm}^2)$$

再代入 
$$A_s = \frac{M}{f_s(1-\frac{K}{3})t} = 5.98 \text{ cm}^2/\text{m.}$$

如用平衡鋼筋量法求  $t$  及  $A_s$  時,其結果如次

$$t = 0.411 \sqrt{\frac{64,000}{100}} = 10.40 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.00228 \sqrt{64,000 \times 100} = 5.77 \text{ cm}^2.$$

就  $V_s=1250 \text{ 元}$   $V_c=31 \text{ 元}$  代入以上所得之斷面而求其相差之數,結果用經濟式較廉

$$(10.40 - 10.32) \frac{31}{100} + (5.77 - 5.98) \frac{1250}{100 \times 100} = 0.015 \text{ 元.}$$

僅合總價(3.95元)之千分之四弱。此外應另加考慮用以覆蔽鋼筋之混凝土厚,及市場上所能供給之鋼筋直徑等項,兩者相比,可謂毫無軒輊。有時如遇鋼筋價高,混凝土特廉,至多相差百分之一至二。故欲從經濟斷面式着手節省,殆無大效可見。

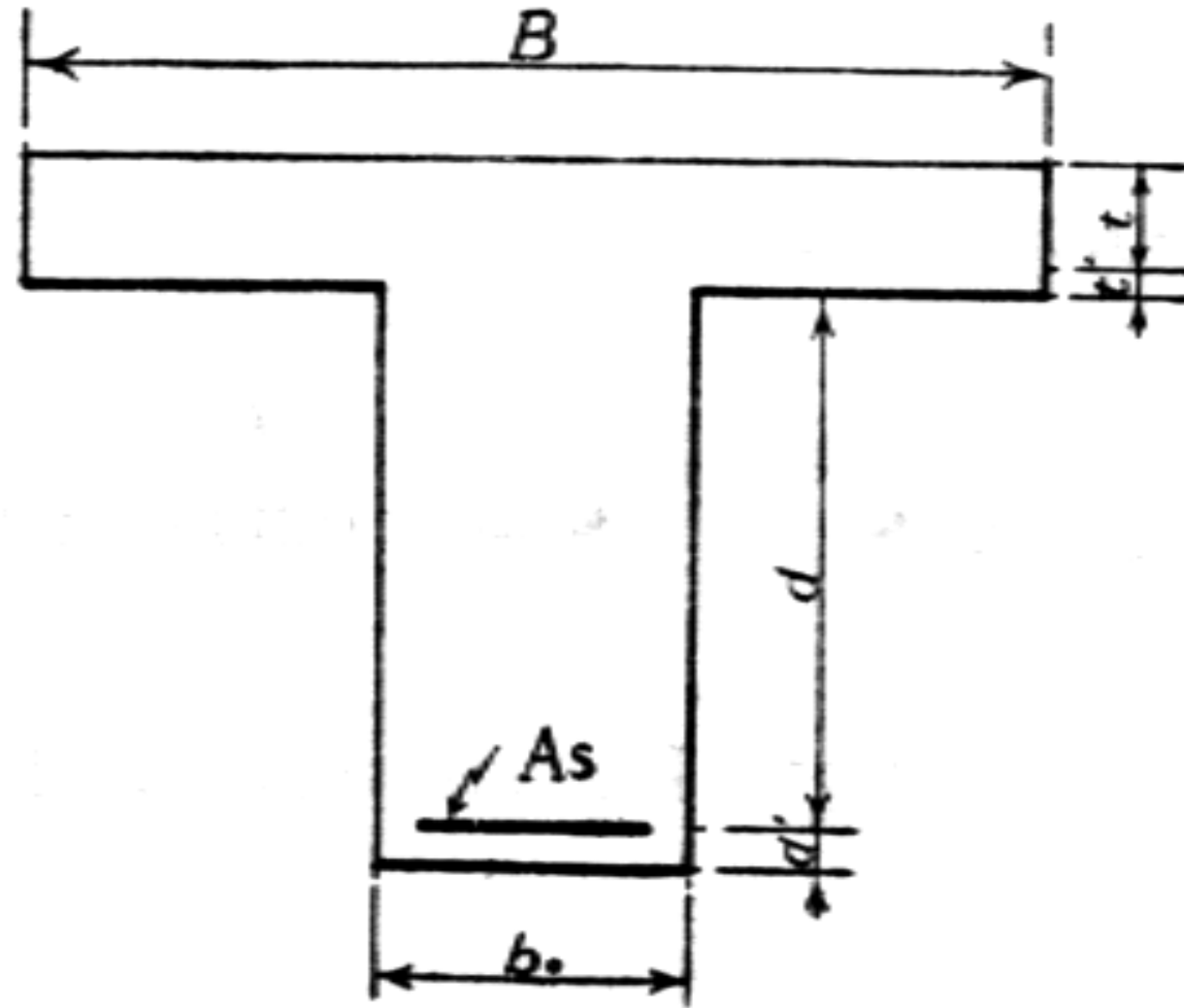
## (2) T 梁之經濟斷面決定法

T 梁之頂板寬及厚,常為一定。故在決定經濟斷面時,只就其莖部加以考究。

設  $t' = 0.1t$ ,  $d' = 0.1d$ ,  $\alpha = \frac{V_c}{V_s}$ ,  $\gamma = \frac{V_f}{V_s}$ , 莖寬為  $b_0$

第二圖所示之 T 形斷面之單位長度價值為

$$V_T = V_s \{ \alpha b_0 \times 1.1(d-t) + A_s + \gamma [2.2(d-t) + b_0] \}$$



第二圖

但  $A_s \doteq \frac{M}{f_s(d - 1.1 \frac{t}{2})}$

$$\therefore V_T = V_s \left\{ 1.1 \alpha b_0 (d-t) + \frac{M}{f_s(d - \frac{1.1t}{2})} + \gamma [2.2(d-t) + b_0] \right\}$$

求該斷面價之最小值,用關於  $d$  之微分而置之零。

$$\frac{dV_T}{dd} = V_s \left\{ 1.1 \alpha b_0 - \frac{M}{f_s(d - \frac{1.1t}{2})^2} + 2.2\gamma \right\} = 0$$

$$\therefore d = \frac{1.1t}{2} + \sqrt{\frac{M}{1.1f_s(\alpha b_0 + 2\gamma)}} \quad (6)$$

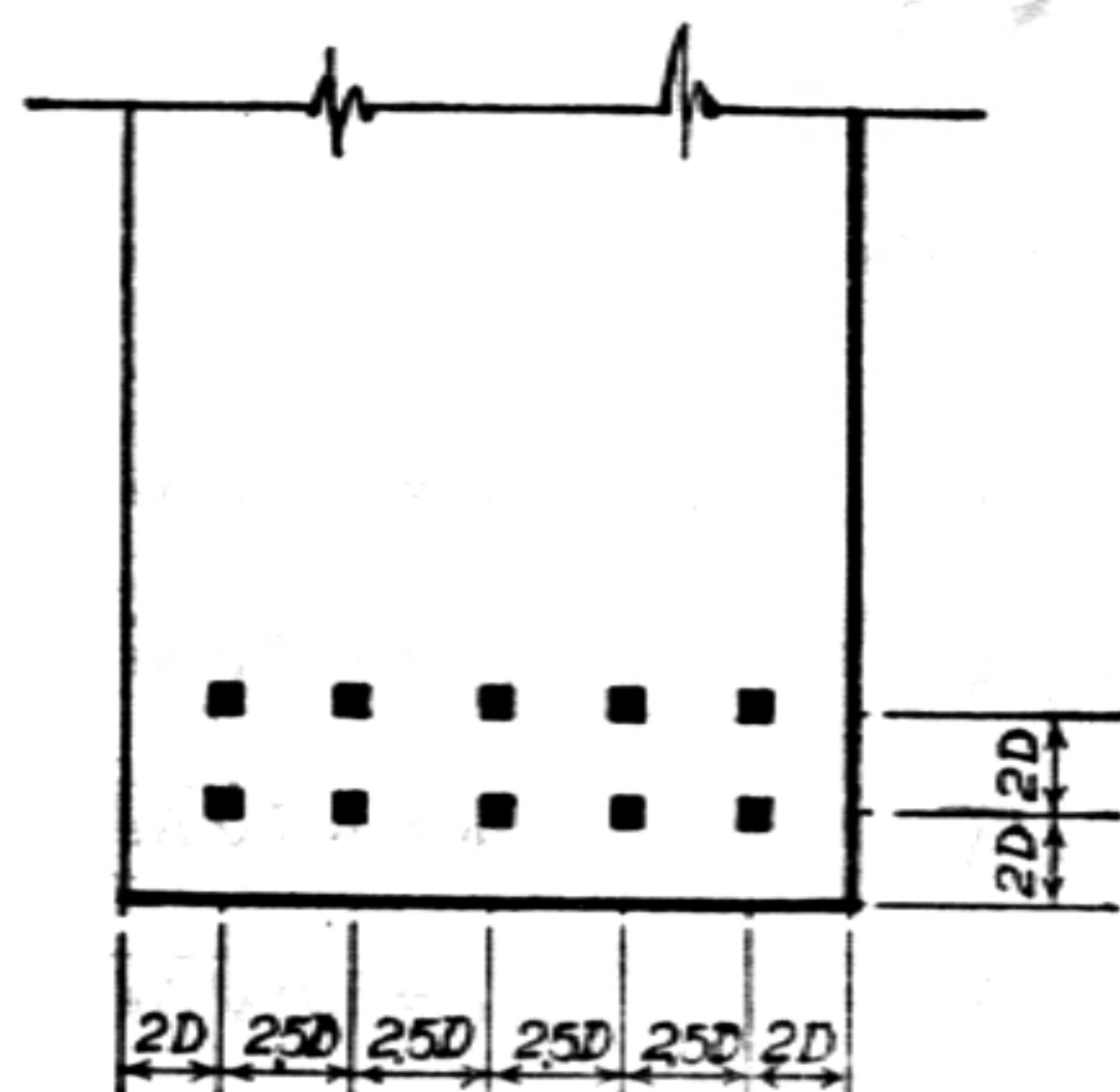
由已知  $t$ ,  $M$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$  及  $f_s$  並假定  $b_0$  寬,即可定出 T 梁之經濟深度。再由

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} \doteq \frac{M}{f_s(d - \frac{1.1t}{2})}$$

求  $A_s$ 。

又  $b_0$  值通常都用梁端最大剪力決定之。此法較不經濟。在 (6) 式中用以決定  $d$  值時尙可一用,但實際所需之寬自宜另創一法確實決定之。茲就鋼筋佈置上着眼以定莖寬之法,說明于下。

設依最大彎矩定出之鋼筋斷面積為  $A_s$ ，分由  $n$  根直徑或邊長  $D$  之鋼筋配置之。並排兩鋼筋間之中心距為  $2.5D$ ，最外側鋼筋之中心至梁邊距離為  $2D$ （見第三圖）。



第三圖

由此得 
$$D_{\gamma} = \sqrt{\frac{4A_s}{\pi n}} \tag{8}$$

$$D_s = \sqrt{\frac{A_s}{n}} \tag{8'}$$

$$b_0 = 2.5(n-1)D + 4D = (2.5n + 1.5)D$$

$$\therefore \gamma b_0 = (2.5n + 1.5) \sqrt{\frac{4A_s}{\pi n}} = \frac{2.5n + 1.5}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{4}{\pi}} \cdot \sqrt{A_s} \tag{9}$$

$$s b_0 = (2.5n + 1.5) \sqrt{\frac{A_s}{n}} = \frac{2.5n + 1.5}{\sqrt{n}} \sqrt{A_s} \tag{9'}$$

但  $\gamma b_0$  為用圓鋼筋時所需之莖寬。

$s b_0$  為用方鋼筋時所需之莖寬。

普通 T 梁用之鋼筋數自 3 至 16 根。數在 3 根至 6 根者排成一列，6 根以上即成兩列。茲就  $n=3, 4, 5, 6$  時所需單排用之寬度公式。

$n=3$	$\gamma b_0 = 5.87 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 5.20 \sqrt{A_s}$
$n=4$	$\gamma b_0 = 6.49 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 5.75 \sqrt{A_s}$
$n=5$	$\gamma b_0 = 7.08 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 6.27 \sqrt{A_s}$
$n=6$	$\gamma b_0 = 7.60 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 6.74 \sqrt{A_s}$

鋼筋數在6根以上,分用兩排,則莖寬可以節省。就 $n=8,10,12,14,16$ 各種情形列式如下。

$$\gamma b_0 = \frac{[1.25n+1.5]}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{4}{\pi}} \sqrt{A_s} \quad (10)$$

$$s b_0 = \frac{[1.25n+1.5]}{\sqrt{n}} \sqrt{A_s} \quad (10')$$

$n=8$	$\gamma b_0 = 4.58 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 4.06 \sqrt{A_s}$
$n=10$	$\gamma b_0 = 5.00 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 4.43 \sqrt{A_s}$
$n=12$	$\gamma b_0 = 5.33 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 4.77 \sqrt{A_s}$
$n=14$	$\gamma b_0 = 5.73 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 5.08 \sqrt{A_s}$
$n=16$	$\gamma b_0 = 6.07 \sqrt{A_s}$	$s b_0 = 5.33 \sqrt{A_s}$

鋼筋數在16根以上之情形極稀,在不得已時,宜將直徑加大以避  
免三排鋼筋為原則。

[例] 已知  $M=8,020,900 \text{ Kgcm}$ ,  $1.1t=20 \text{ cm.}=t'$

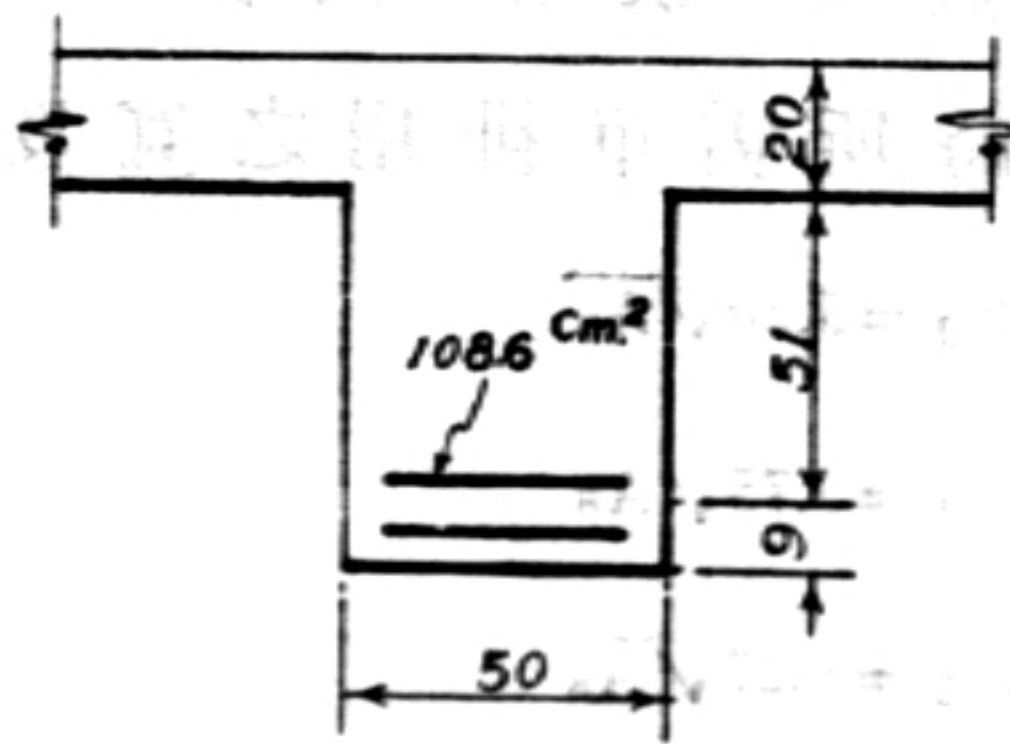
$b=2.58\text{m}$ ,  $f_c=40 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $f_s=1,200 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\alpha=0.025$ ,  $\gamma=0.25$

求斷面之尺寸。

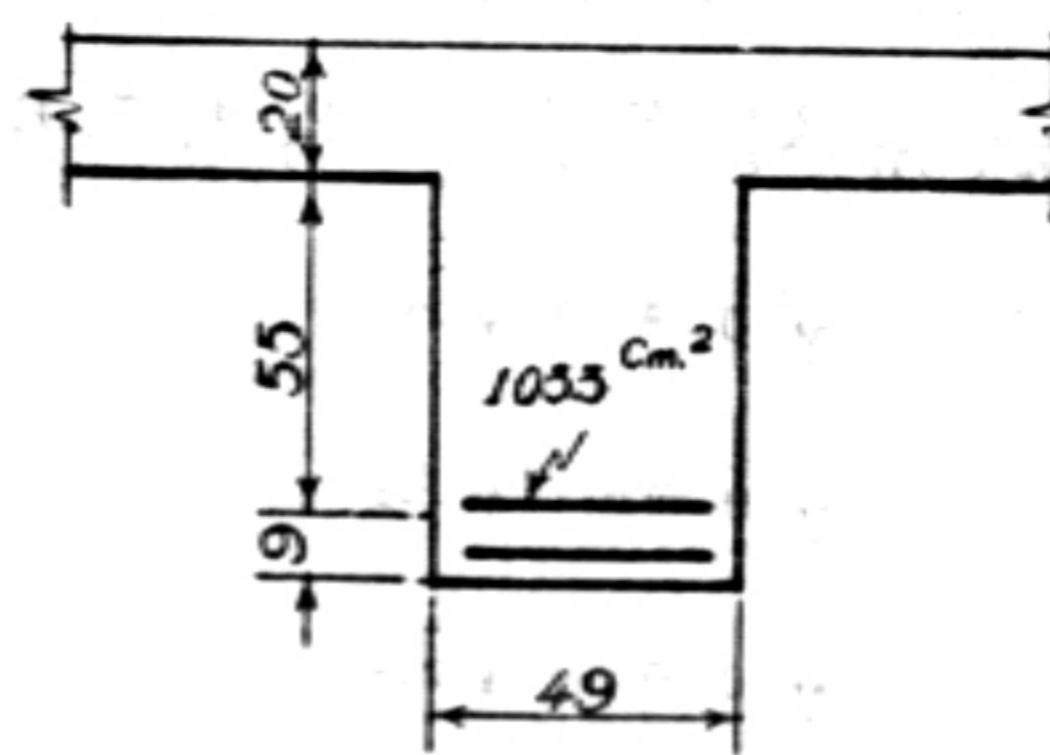
用(6)式得 
$$d = \frac{20}{2} + \sqrt{\frac{8,020,900}{1.1 \times 1200 (0.025 \times 45 + 2 \times 0.25)}} = 71.3 \text{ cm.}$$

$$A_s = \frac{8,020,900}{1200(71.3-10)} = 109.0 \text{ cm}^2.$$

設用方鋼12根得  $b_0 = 4.77 \sqrt{109.0} = 49.8 \approx 50 \text{ cm.}$  (見第四圖)



第 四 圖



第 五 圖

如改用普通算式,由

$$f_c = \frac{f_s}{n} \cdot \frac{nA_s d + \frac{bt'^2}{2}}{bt'(d - \frac{t'}{2})} = \frac{f_s}{n} \cdot \frac{\frac{ndM}{(d - \frac{t'}{2})f_s} + \frac{bt'^2}{2}}{bt'(d - \frac{t'}{2})} \quad \left( \because A_s = \frac{M}{f_s(d - \frac{t'}{2})} \right)$$

$$\text{得} \quad d^2 - d \left( t' + \frac{M}{f_c b t'} + \frac{f_s t'}{2 n f_c} \right) + \frac{t'^2}{4K} = 0 \quad \left( K = \frac{n f_c}{n f_c + f_s} \right)$$

將已知各值代入上式而解  $d$ , 得

$$d = 74.8 \text{ cm.}$$

$$A_s = \frac{f_c b t'}{f_s} \left( 1 - \frac{t'}{2Kd} \right) = 103.3 \text{ cm}^2.$$

設用方鋼 12 根, 得  $b_0 = 4.76 \sqrt{103.3} = 48.8 \text{ cm} \approx 49 \text{ cm}$ . (見第五圖)。

就理論所需之斷面, 算定其價值以資比較。

經濟斷面價  $0.6 \times 0.5 \times 31 + 0.0109 \times 1250 + (2 \times 0.6 + 0.5) \times 3.1 = 27.87 \text{ 元}$

平衡斷面價  $0.64 \times 0.49 \times 31 + 0.01033 \times 1250 + (2 \times 0.64 + 0.49) \times 3.1 = 28.12 \text{ 元}$

兩者相差僅為 0.25 元不過總數一百十分之一而已。可知從斷面上着手以設計經濟構造物, 終鮮成效。

## (二) 材料單價估定之方法

上節所述之  $V_s, V_c, V_f$  各值, 原無一定, 視其行市之漲落, 運輸之難易, 工作之繁簡, 工價之高下等而各各不同。茲就某市某月之價值, 作一估算例, 藉明其步驟。

1:2:4 混凝土每立方公尺用水泥 2 桶石子 0.94 立方公尺, 砂 0.47 立方公尺。按各種材料單價每立方公尺之 1:2:4 混凝土價值如次。

水泥每桶	10 元	結價	2 × 10.00 = 20.00 元
石子	@ 6.00 元	結實	0.94 × 6.00 = 5.64 元
砂	@ 3.00 元	結實	0.47 × 3.00 = 1.41 元
人工, 利耗			= 3.95 元
總計每立方公尺 1:2:4 混凝土			需國幣 31.00 元

普通梁、板等用之模殼板（包括支撐、面板、棧條、斜樺等等）每平方公尺用木料 0.08—0.14 立方公尺。木料假定可用二次，每次加添修料 0.01—0.03 立方公尺，每次用鐵釘螺絲 0.3 公斤，裝配木工一工，重修半工。如是每平方公尺之模殼費用為

木料	$\left(\frac{0.08+0.14}{2} + \frac{0.01+0.03}{2}\right) \times \frac{1}{2} \times 40$	= 2.60 元
鐵料	$0.3 \times 0.2$	= 0.06 元
工費	$\left(\frac{1+0.5}{2}\right) \times 0.6$	= 0.45 元
總計每平方公尺需國幣		3.11 元

木料應用二次後，尚可移轉利用，此項殘價，作為包工之餘利，不再併算。

鋼筋之單價，視匯市行市而定，大致每公鐵在 100 至 150 元之間。每公鐵鋼筋約需耗去 4%，作為接頭斷頭等耗損，鐵線 0.5%，人工 15 工，結果每公鐵鋼筋需價

$$(1+0.04) \times 115 + 0.005 \times 200 + 15 \times 0.6 = 129.60 \text{ 元}$$

內鋼筋每公鐵作 115 元算，鐵線作 200 元算，人工作 0.6 元算，外加利益，每公鐵可作 135 元算。

如由純理論，用最大彎矩所得之斷面，以估定斷面價時，應另加算燈鋼、曲鋼等比率。此種估算方法比較少見，特加說明。

#### (1) 燈鋼 (Stirrup) 比率算法

設  $l$  為梁之跨度，上頁均佈載重  $w$  時，則

$$\text{梁之最大彎矩} \quad M_{\max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{l}{4} \cdot V_{\max}$$

$$\text{梁之最大剪力} \quad V_{\max} = \frac{wl}{2}$$

$$\text{又主鋼筋之斷面積} \quad A_s = \frac{M}{f_s jd} = \frac{M}{q} = \frac{wl^2}{8q} \quad (\text{內 } q = f_s jd)$$

假定最大剪力之三分之二由燈鋼負擔，則所需燈鋼之斷面積

$$vA_s = N a_s$$



但  $a_s$  每爲一鑊鋼之斷面積 ( $\text{cm}^2$ ),  $N$  爲全梁用鑊鋼之總數。又設梁寬爲  $b$ , 單位寬度所負之剪力爲  $v$ , 則  $vb=V$ ,  $f'_s=1200 \text{ Kg/cm}^2=$  鋼筋之許可應剪力。則

$$N = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} vb \cdot \frac{l}{3} \times 2}{f'_s a_s jd} = \frac{wl^2}{10,800 a_s jd}$$

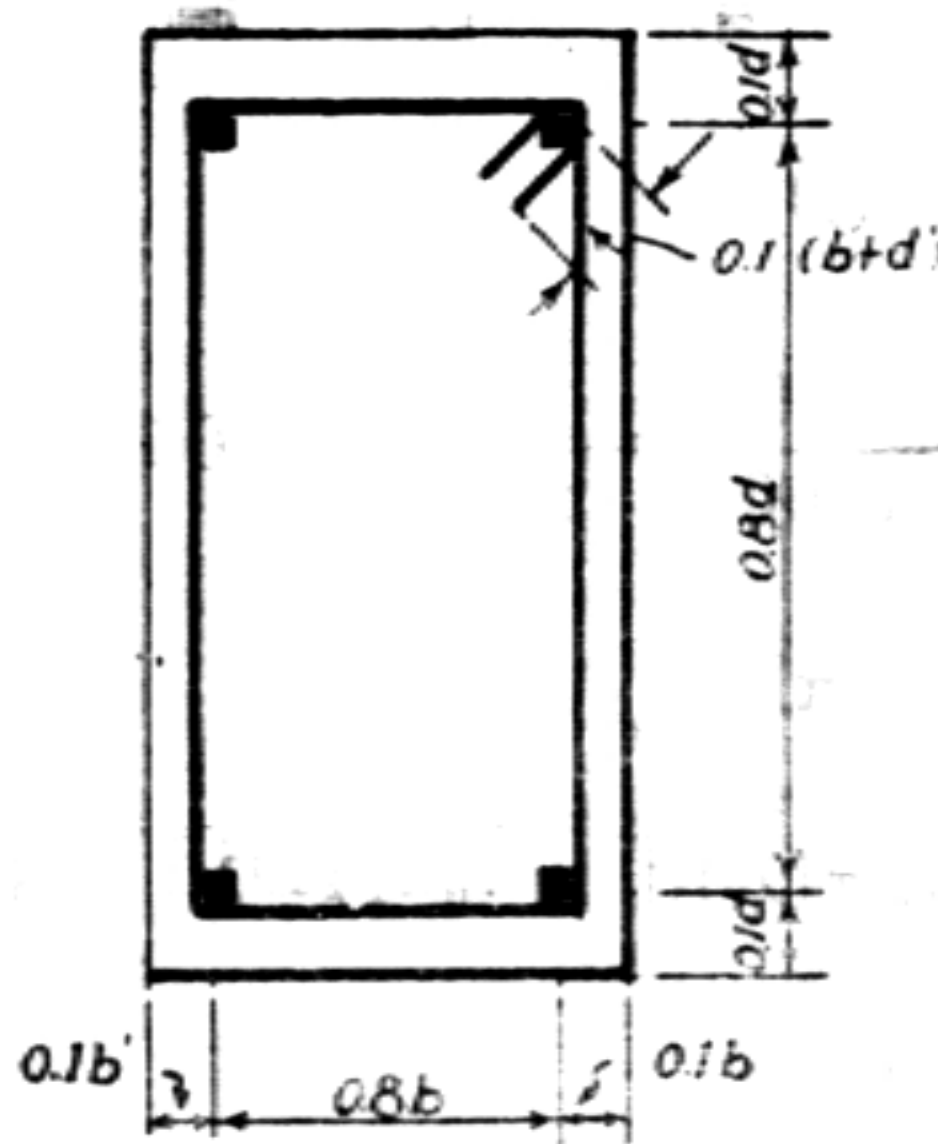
$$\therefore vA_s = N a_s = \frac{wl^2}{10,800 jd}$$

但  $A_s = \frac{wl^2}{8f_s jd}$ ,

$$\therefore A_s : vA_s = \frac{wl^2}{8f_s jd} : \frac{wl^2}{10,800 jd} = 1.125$$

即鑊鋼之總斷面積, 約爲主鋼筋之  $\frac{1}{1.125}$  倍。

又每根鑊鋼之長爲  $2(b'+d') \times 0.9$  (見第六圖)



第六圖

每根鑊鋼之體積爲  $1.8(b'+d')a_s$

梁之單位長所需之平均體積爲

$$\frac{V}{l} = \frac{1.8 a_s (b' + d') N}{l} = \frac{A_s}{1.125 l} \times 1.8 (b' + d')$$

按普通情形  $d' \doteq \frac{l}{15}$ ,  $b' \doteq \frac{d'}{2} \doteq \frac{l}{30}$

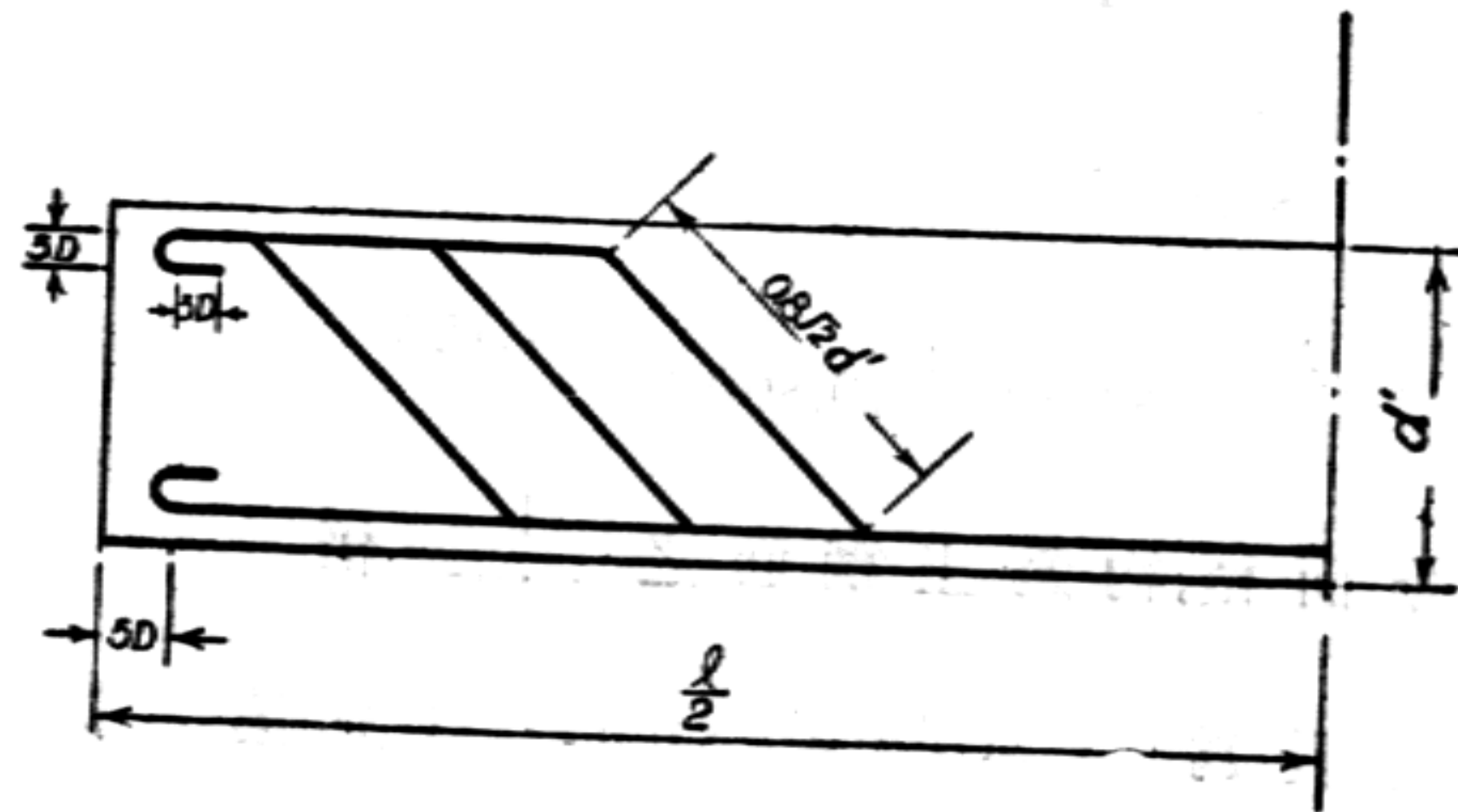
$$\therefore \frac{V}{l} = \frac{1}{1.125l} [1.8 \times (\frac{1}{15} + \frac{1}{30}) l] A_s = 0.16 A_s$$

即鋼筋比率為 0.16。

### (2) 曲鋼比率算法

普通主鋼筋曲上之數，約為全數三分之二。每根曲上鋼筋之長度，與梁之全長之差為

$$0.8d' \times 2(\sqrt{2} - 1) + 2(8-5)D = 0.663d' + 6D. \text{ (見第七圖).}$$



第七圖

不曲鋼筋之餘長為  $6D$ 。

$$\text{但 } D = \frac{lf_0}{f_s} = \frac{l \times 6}{1200} = \frac{l}{200} = 0.005l$$

$$\therefore \frac{M_{\max}}{V_{\max}} = \frac{l}{4} = \frac{f_s n \frac{\pi D^2}{4} jd}{f_0 n \pi D jd} = \frac{f_s n D^2 jd}{f_0 n \cdot 4 D jd} = \frac{f_s D}{4f_0}$$

$$\therefore l = \frac{f_s D}{f_0}$$

$$\text{又 } f_s = 1200 \text{ Kg/cm}^2, \quad f_0 = 6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{將 } d' = \frac{l}{15}, \quad D = \frac{l}{200}$$

代入，得曲鋼之餘長為  $0.074l$

不曲鋼之餘長為  $0.03l$

$$\therefore \text{曲鋼比率} = \frac{\frac{2}{3} \times 0.074l A_s + \frac{1}{3} \times 0.03l A_s}{l A_s} = 0.059 \approx 0.06$$

故兩者比率之和為  $0.16+0.06=0.22$

由此可得每立方公尺鋼筋之單價如下。

鋼料費	$115 \times 7.85 = 902.75$
損耗鋼料費	$0.04 \times 7.85 \times 115 = 36.11$
增比率	$22\% = 206.55$
鐵線費	$0.005 \times 7.85 \times 200 = 7.85$
工費利耗	$= 96.74$
總計每立方公尺	$= 1250.00$ 元

更依以上所得之  $V_c, V_f, V_s$  各值,求得

$$\alpha = \frac{V_c}{V_s} = \frac{.30}{1250} = 0.025$$

$$\gamma = \frac{V_f}{V_s} = \frac{3.11 \times 100}{1250} = 0.25$$

各地情形不同,市價亦時有漲落,故單價往往不能一致,苟能按實地情形加以考查,不難得到相當之結果。以上算法,不過作一例子,不能作為標準。

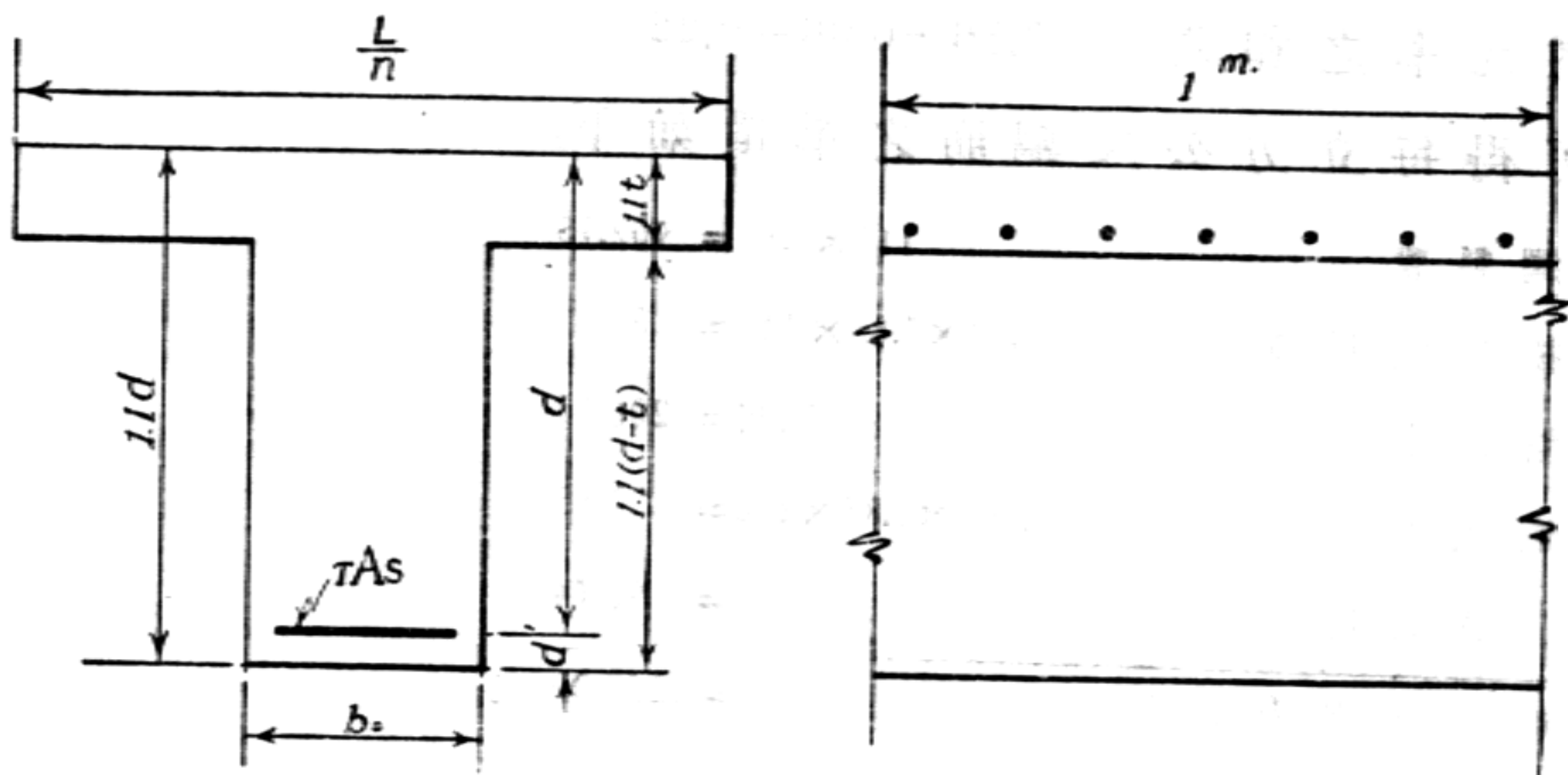
### (三) 主梁經濟間距之理論

#### (1) 主梁經濟間距之總公式之誘導

將橋梁或他種構造物之全寬度  $L$  分成  $n$  格,則每一 T 梁頂板之寬,或橋板之跨度為  $\frac{L}{n}$  (見第八圖)。而板之有效厚度  $t$  為  $C_1 \sqrt{M_s}$ 。但  $C_1$  為一常數。

$$\text{又} \quad M_s = \frac{1}{\lambda} (w_e + w_d) \left( \frac{L}{n} \right)^2$$

上式中  $\lambda$  為板之彎矩係數。〔例如  $\lambda=8$  板為單欄狀態,  $\lambda=10$  連續板中之兩側板用,  $\lambda=14$  連續板中之中央板用。〕  $w_e$  為均佈活載重,  $w_d$  為均佈死載重(包含自重及鋪面重等項)。如是板之有效厚度  $t$ , 應改成



第 八 圖

$$t = C_1 \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda} (w_e + w_d)}.$$

又設 T 梁之有效高為  $d$ ，跨度為  $S$ ，假定抗壓應力之合力點在頂板之中央（按此種假定所起之差誤，充其量，不過  $\pm \frac{t}{6}$ ，證明略），則得

$$d = \sqrt{\frac{M_T}{\frac{f_c}{2} \left(\frac{t}{d}\right) \left(1 - \frac{1}{3} \frac{t}{d}\right) B}}$$

但  $M_T = \frac{L}{n} (w_e' + w_d') \frac{S^2}{K}$  （單梁之  $K=8$ ，懸臂梁之  $K=2$ ，連續梁中兩側梁之  $K=10$ ，連續梁中央，梁之  $K=14$ ）。又  $B = \frac{L}{n}$ 。復將  $M_T$  及  $B$  值代入上式得

$$d = \sqrt{\frac{6(w_e' + w_d') S^2 d^2}{K f_c t (d - t)}}$$

或 
$$= \frac{2(w_e' + w_d') S^2}{K f_c t} + \frac{t}{3}$$

$$= \frac{2(w_e' + w_d') S^2}{K f_c C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda} (w_e + w_d)}} + \frac{C}{3} \frac{n}{L} \sqrt{\frac{1}{\lambda} (w_e + w_d)}$$

假定  $w_e' + w_d' = w_e + w_d$

則得 
$$d = \left( \frac{2S^2}{Kf_c C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} + \frac{1}{3} C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \right) (w_e + w_d)^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

又設 T 梁單位長之斷面價為  $V_T$ , 則由第八圖得

$$\begin{aligned} V_T &= V_s \left\{ 1.1 \alpha b_0 (d-t) + \frac{M_T}{f_s \left( d - \frac{t}{2} \right)} + \gamma [2.2 (d-t) + b_0] \right\} \\ &= V_s \left[ 1.1 (d-t) (\alpha b_0 - 2\gamma) + \frac{M_T}{f_s \left( d - \frac{t}{2} \right)} + \gamma b_0 \right] \end{aligned} \quad (12)$$

但 
$$d - t = \left[ \frac{2S^2}{Kf_c C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} - \frac{2}{3} C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \right] (w_e + w_d)^{\frac{1}{2}}$$

$$d - \frac{t}{2} = \left[ \frac{2S^2}{Kf_c C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} - \frac{1}{6} C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \right] (w_e + w_d)^{\frac{1}{2}}$$

$$M_T = \frac{L}{n} (w_e + w_d) \frac{S^2}{K}$$

將以上各值代入 (12) 式得

$$\begin{aligned} V_T &= V_s \left\{ 1.1 (\alpha b_0 + 2\gamma) \left( \frac{2S^2}{Kf_c C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} - \frac{2}{3} C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \right) + \right. \\ &\quad \left. \frac{\frac{L}{n} \cdot \frac{S^2}{K}}{f_s \left( \frac{2S^2}{Kf_c C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} - \frac{1}{6} C \cdot \frac{L}{n} \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \right)} \right\} (w_e + w_d)^{\frac{1}{2}} + V_f b_0 \end{aligned}$$

使  $V_T$  為一最小價, 求關於  $n$  之微分而置之零得

$$\begin{aligned} \frac{dV_T}{dn} &= V_s \left\{ 1.1 (\alpha b_0 + 2\gamma) (w_e + w_d)^{\frac{1}{2}} \left( \frac{2S^2}{Kf_c C L \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} + \frac{2}{3} C L \sqrt{\frac{1}{\lambda} \frac{1}{n^2}} \right) - \right. \\ &\quad \left. \frac{L (w_e + w_d)^{\frac{1}{2}} \frac{S^2}{K} \cdot 2 \cdot \frac{2S^2 n}{Kf_c C \sqrt{\frac{1}{\lambda}}}}{f_s \left( \frac{2S^2 n^2}{Kf_c C L \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} - \frac{1}{6} C L \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \right)^2} \right\} = 0 \end{aligned}$$

或

$$1.1(ab_0 + 2\gamma) \left[ \frac{2S^2}{Kf_c CL \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} + \frac{2}{3} CL \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot \frac{1}{n^2} \right] \left[ \frac{2S^2 n^2}{Kf_c CL \sqrt{\frac{1}{\lambda}}} - \frac{1}{6} CL \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \right]^2 = \frac{L}{f_s} \cdot \frac{4S^4}{K^2} \cdot \frac{n}{f_c CL \sqrt{\frac{1}{\lambda}}}$$

置  $\frac{2S^2}{K} = R_1$        $f_c CL \sqrt{\frac{1}{\lambda}} = R_2$

則上式換成

$$1.1(ab_0 + 2\gamma) \left[ \frac{R_1}{R_2} + \frac{2}{3} \cdot \frac{R_2}{f_c} \cdot \frac{1}{n^2} \right] \left[ \frac{R_1 n^2}{R_2} - \frac{1}{6} \frac{R_2}{f_c} \right]^2 = \frac{L}{f_s} R_1^2 \frac{n}{R_2} \quad (13)$$

用已知或假定之  $\alpha, b_0, \gamma, R_1, R_2, f_c, f_s$  等值,由(13)式可以求出  $n$  值。全寬之分格數既已定出,除以全寬,即得各主梁間之經濟距離。由(12)式求得之  $n$  值,常帶小數,宜用四捨五入法使成一整數,同時應另考慮其他條件,取其最近似及可能佈置者用之。

(13) 式即為主梁經濟間距之總公式。

### (2) 公路橋梁之經濟間距公式

通常行雙行汽車之公路橋之有效寬度恆定為 5.5 公尺。橋板與主梁連成整個一起。應用(13)式以求  $n$  分格數。今取  $\lambda=10$ , 主梁成單攔狀態  $K=8, C=0.411, f_c=40 \text{ Kg/cm}^2, f_s=1200 \text{ Kg/cm}^2, \alpha=0.025, \gamma=0.25$  假定  $b_0=30 \text{ cm.}, L=550 \text{ cm.}$

代入(13)式得

$$R_1 = \frac{2S^2}{K} = 0.25S^2$$

$$R_2 = f_c CL \sqrt{\frac{1}{\lambda}} = 2857$$

$$R_1/R_2 = 0.000,087,8S^2$$

$$\frac{2}{3} R_2/f_c = 47.6$$

$$\frac{1}{6} R_2/f_c = 11.9$$

$$1.1(ab_0 + 2\gamma) = 1.375.$$

$$\frac{L}{f_s} R_1 = 0.114 S^2$$

$$1.375(0.000,087,8 S^2 n^2 + 47.6)(0.000,087,8 S^2 n^2 - 11.9) = 0.000,010,043 S^4 n^3$$

復用上式,就各種不同之跨度  $S$  代入以求分格數,除全寬而得主梁之經濟間距。今就 6m, 9m, 12m, 15m, 18m 五種跨度情形,求出各別經濟間距如下。

設跨度  $S = 6\text{m} = 600\text{cm}$ , 得

$$(31.6n^2 + 47.6)(31.6n^2 - 11.9)^2 = 948,000n^3$$

解上列  $n$  之 6 次式得  $n = 3.13$

再將此數除橋寬,得經濟間距為  $B = \frac{5.5}{3.13} = 1.76\text{m}$

跨度  $S = 900\text{cm}$  時

$$\text{由 } (71.12n^2 + 47.6)(71.12n^2 - 11.9)^2 = 4,790,000n^3$$

$$\text{得 } n = 2.34, \quad B = \frac{5.5}{2.34} = 2.35\text{m}$$

跨度  $S = 1200\text{cm}$  時

$$\text{由 } (126.43n^2 + 47.6)(126.43n^2 - 11.9)^2 = 15,150,000n^3$$

$$\text{得 } n = 1.91 \quad B = 2.88\text{m}$$

跨度  $S = 1500\text{cm}$  時

$$\text{由 } (197.55n^2 + 47.6)(197.55n^2 - 11.9)^2 = 36,900,000n^3$$

$$\text{得 } n = 1.65 \quad B = 3.34\text{m}$$

跨度  $S = 1800\text{cm}$  時

$$\text{由 } (284.47n^2 + 47.6)(284.47n^2 - 11.9)^2 = 76,700,000n^3$$

$$\text{得 } n = 1.46 \quad B = 3.76\text{m}$$

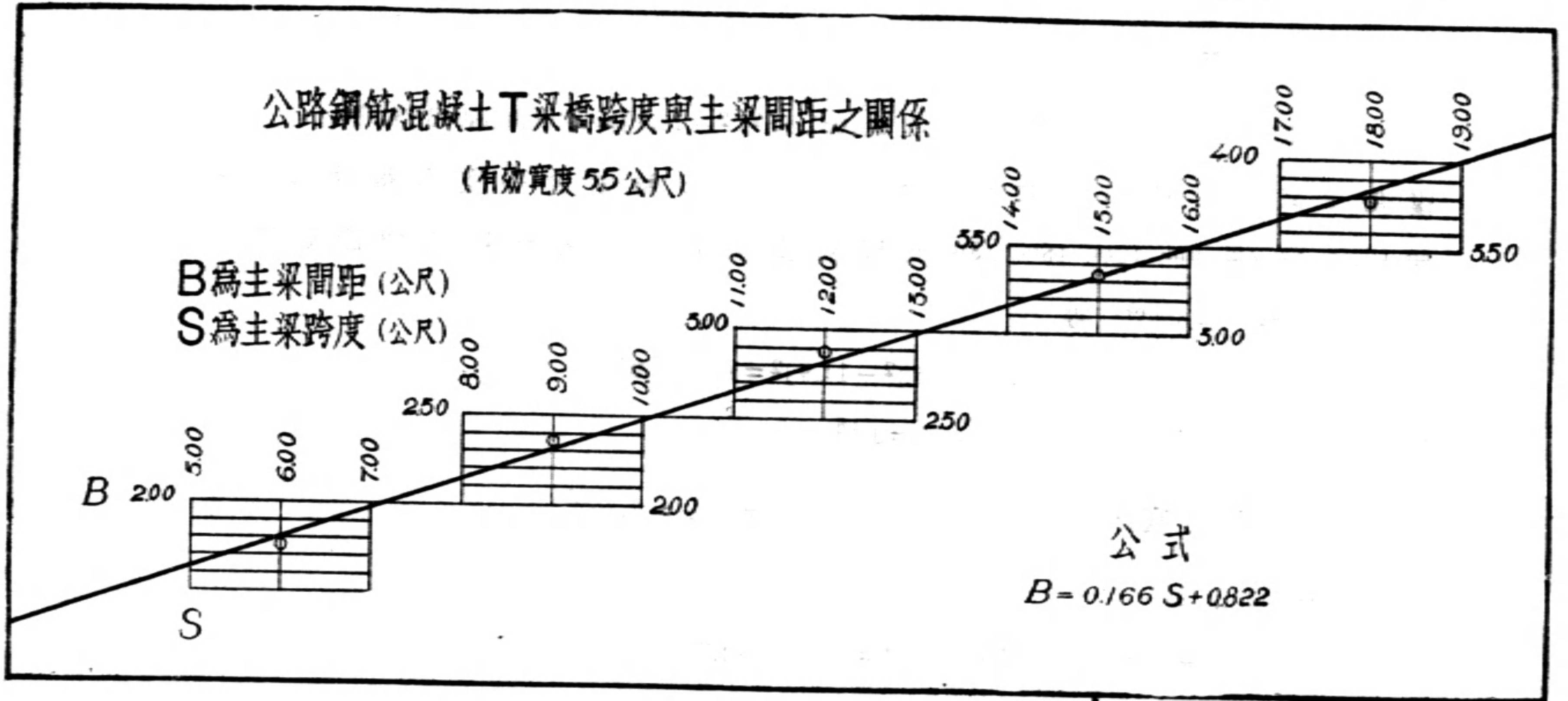
將以上所得之結果,用方格紙點出,其軌跡極似一直線(見第九圖),復用最小二乘方法求出  $S$  與  $B$  間之最可信之關係式為

$$B = 0.166 S + 0.8220 \text{ (m)} \quad (14)$$

如求兩等跨度或兩跨度以上之連續梁橋之經濟間距,除  $K$  值改用 10 外,其餘仍照上例求之。

橋梁之寬度在 5.5 m 以上,則在經濟間距式中,除  $L$  值需加變更外,其餘仍照上例求之。

市街橋人行車行道分開者,計算時所用之  $L$  值,應就載重之輕重折合為車行道寬度而計算之。

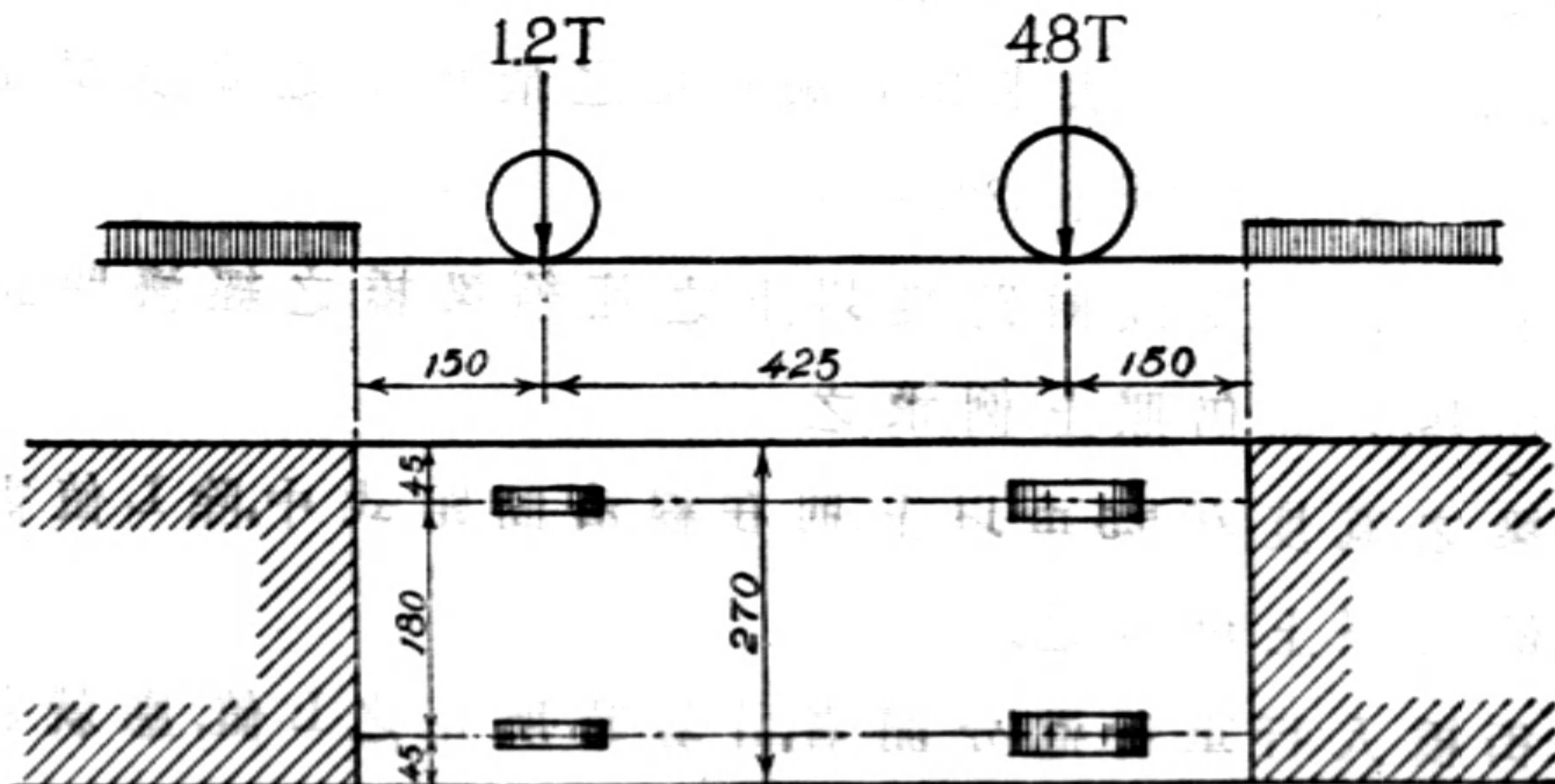


第 九 圖

$\alpha$  與  $\gamma$  兩值,隨時隨地而異。故經濟間距式,亦各不同。惟其變動約在  $\pm 10\%$  左右。直接影響於全橋之整個經濟極為有限。故通常設計簡單公路鋼筋混凝土橋時,可用(14)式以定其經濟間距。

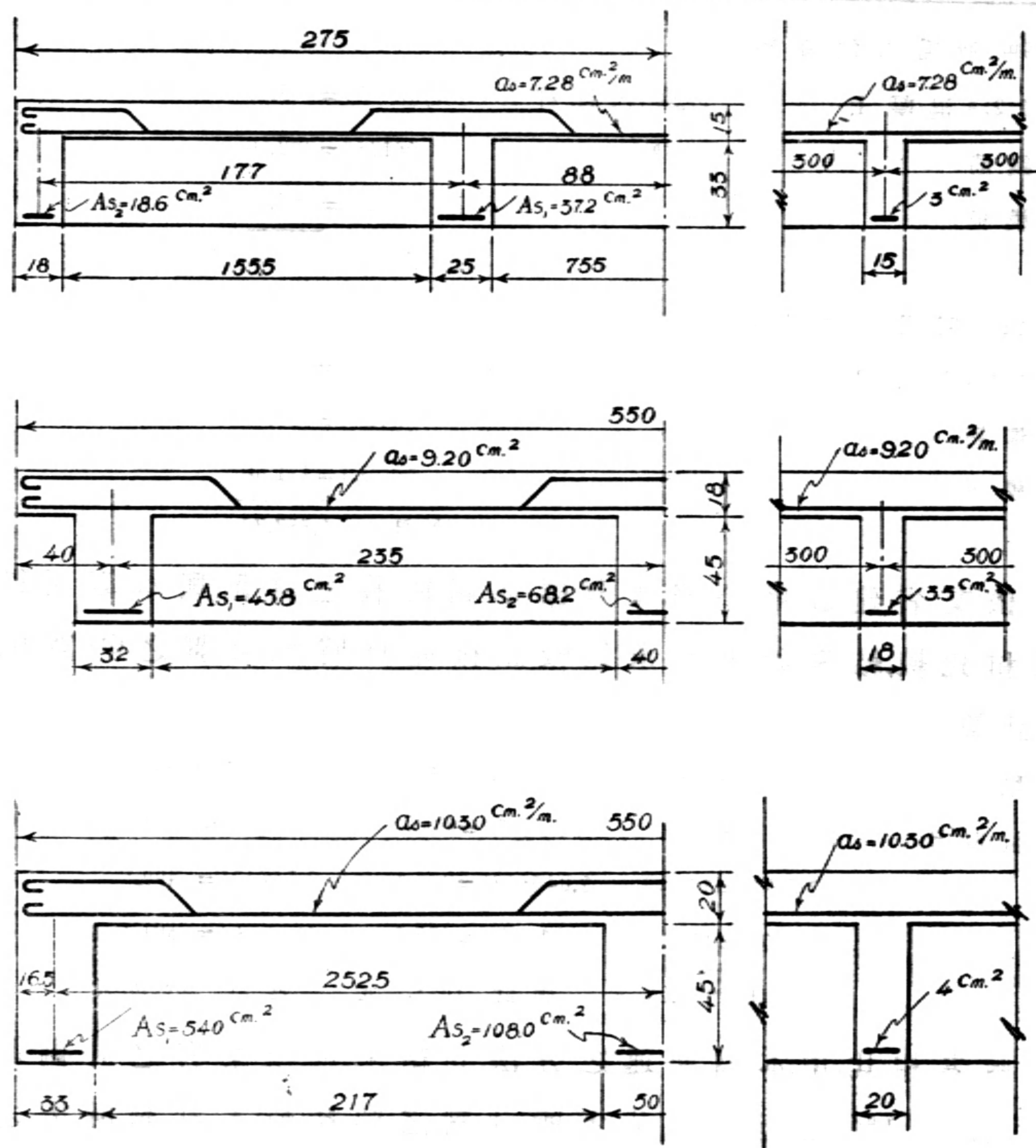
(3) 實例

為求證實本篇理論之正確程度起見,筆者曾將跨度 6, 9, 12 公尺三種鋼筋混凝土公路橋,逐一設計。按照 12 公鐵車輛載重(載重分配及均佈載重等假定如第十圖)設計,並依(14)式定出主梁間距。橫斷面之佈置如第十一圖。復依車輛載重之可能佈置,定板



第 十 圖





第十一圖

梁所起之最大彎矩而定最經濟之斷面。結果如第十一圖所示。板之算法，用 Ketchum 之規定。T 梁之彎矩，用影響線 (Influence line) 算出。板之斷面用普通之算法，T 字梁之斷面用本篇所述之經濟斷面式定出 (見第十一圖)。

跨度 6m 所需之價值為

1:2:4 混凝土	9.12 (內欄杆 1.25c.m.) @	31 = 282.72
鋼筋	0.129 @	1250 = 161.25
模板	57.1 @	3.1 = 177.01
	總計	610.98 元

跨度 9m 所需之價值為

1:2:4 混凝土	17.59 (內欄杆 2.3c.m.)@	31=545.29
鋼筋	0.258	@1250=322.50
模板	95.1	@ 3.1=294.81
	總計	1,162.60 元

跨度 12m 所需之價值為

1:2:4 混凝土	29.25 (內欄杆 3.2c.m.)@	31=906.75
鋼筋	0.42	@1250=525.00
模板	136	@ 3.1=421.60
	總計	1,853.35

依某省建設廳公路工程標準圖所載之計劃,與本篇所得之結果相比較,結果如下。為求比較正確起見,將原計劃之 6m 寬,化成 5.5m 計算。

材料類別	6m 長板橋	9m 長 T 橋	12m 長 T 橋
1:2:4 混凝土	21.6@31=669.6	31.6@31=979.6	47.9@31=1484.9
鋼筋	1.27@135=171.45	2.04@135=275.4	3.7@135= 499.5
模板	42@3.1=130.20	127@3.1=393.7	194@3.1= 601.4
	總計 971.25 元	總計 1648.7 元	總計 2585.8 元

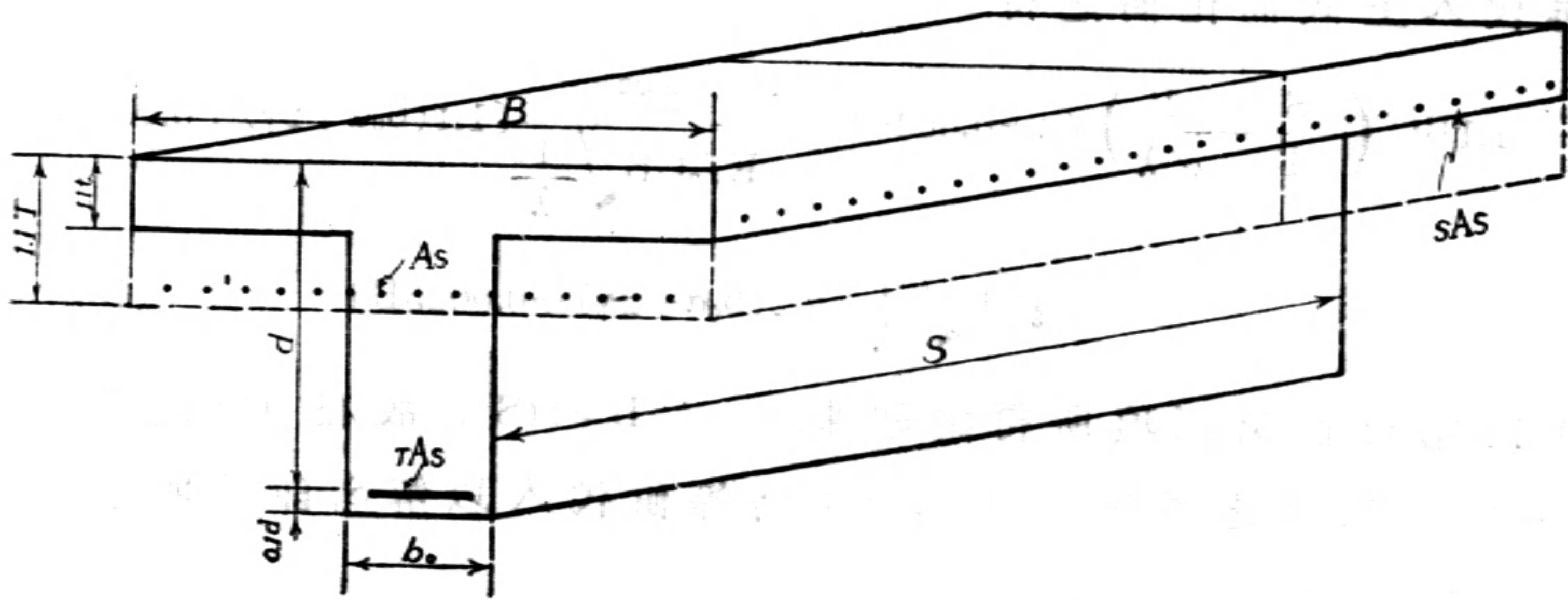
兩者相比,用本篇所述之方法,其結果可較某省之計劃節省 28.3% 至 37.1% 之鉅。亦即某省所計劃之圖樣,較本計劃所需之費用貴 1.39 至 1.59 倍。

$$\begin{aligned} \text{即} \quad & \frac{971.25 - 610.98}{971.25} = 37.1\%, & \frac{971.25}{610.98} = 1.59 \\ & \frac{1648.7 - 1162.6}{1648.7} = 29.5\%, & \frac{1648.7}{1162.6} = 1.42 \\ & \frac{2585.8 - 1853.35}{2585.8} = 28.3\%, & \frac{2585.8}{1853.35} = 1.39 \end{aligned}$$

#### (四) 板橋與 T 梁橋經濟跨度之限界

T 梁橋與板橋之限界跨度,依通常之結論,都為 6 m。但據筆者研究之結果,其限界跨度僅為 3.36 m, 並用實例證明其確實。茲將方法說明于下。

設 T 梁頂板之寬為 B, 跨度為 S, 板之有效厚為 t, 梁之有效高為 d, T 梁莖部寬為  $b_0$ , 板梁之蔽覆厚為原厚或高之十分之一。又板橋之跨度為 S, 板之有效厚為 T, 蔽覆厚為原厚十分之一(見第十二圖)。如是頂板寬 B 之單位長 T 梁之價值為



第十二圖

$$V_T = V_s S \{ 1.1[tB + b_0(d-t)]\alpha + \tau A_s + B \cdot_s A_s + [B + 2.2(d-t)]\gamma \}$$

上式中之  $\tau A_s$  為 T 梁之主鋼斷面積。

$_s A_s$  為頂板內之橫鋼斷面積。

又 B 寬單位長之平板價為

$$V_p = V_s S (1.1BT\alpha + A'_s + B\gamma)$$

又按  $f_c = 40 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $f_s = 1200 \text{ Kg/cm}^2$  之平衡應力所需之鋼筋量計算, 則為

$$\tau A_s \doteq 0.0025 Bd$$

$$_s A_s = 0.0056 t$$

$$A'_s = 0.0056 BT$$

將以上三種  $A_s$  值, 分別代入, 而使  $V_T$  與  $V_p$  相等, 而得

$$\begin{aligned} 1.1[Bt + b_0(d-t)]\alpha + 0.0025Bd + 0.0056Bt + [B + 2.2(d-t)]\gamma \\ = 1.1BT\alpha + 0.0056BT + B\gamma \end{aligned}$$

或  $1.1B(T-t)(\alpha + 0.0056) = 1.1(d-t)(b_0\alpha + 2\gamma) + 0.0025Bd$

$$\text{但 } d-t = \left[ \frac{2S^2}{Kf_cCB\sqrt{\frac{1}{\lambda}}} - \frac{2}{3} CB\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \right] (w_e + w_d)^{\frac{1}{2}}$$

$$T-t = C(w_e + w_d)^{\frac{1}{2}} \left( \frac{S}{\sqrt{K}} - \frac{B}{\sqrt{\lambda}} \right)$$

再代入上式而化簡之得

$$1.1BC \left( \frac{S}{\sqrt{K}} - \frac{B}{\sqrt{\lambda}} \right) (\alpha + 0.0056) = \frac{2S^2}{Kf_cCB\sqrt{\frac{1}{\lambda}}} [1.1(b_0\alpha + 2\gamma) + 0.0025B]$$

$$- \frac{1}{3} CB\sqrt{\frac{1}{\lambda}} [2.2(b_0\alpha + 2\gamma) + 0.0025B] \quad (15)$$

但由第三節第三項所得之結果， $B=f(S)$ ，故在(15)式中將  $B=f(S)$  已知之各數  $C, K, \lambda, \alpha, b_0, \gamma$  等值代入以解  $S$ ，即為所求經濟跨度之限界。

今已知  $K=8, \lambda=10, C=0.411, f_c=40 \text{ Kg/cm}^2, f_s=1200 \text{ Kg/cm}^2, \alpha=0.025, \gamma=0.25, b_0=30 \text{ cm}, B=0.166s+82.2 \text{ (cm)}$ 。代入(15)式得

$$\left( \frac{S}{\sqrt{K}} - \frac{B}{\sqrt{\lambda}} \right) 1.1BC(\alpha + 0.0056) = (0.302S - 25.8)(0.002,29S + 1.134)$$

$$\frac{2S^2}{Kf_cCB\sqrt{\frac{1}{\lambda}}} [1.1(b_0\alpha + 2\gamma) + 0.0025B] = \frac{S^2(0.000,415S + 1.581)}{3.425s + 1695}$$

$$\frac{1}{3} C.S\sqrt{\frac{1}{\lambda}} [2.2(b_0\alpha + 2\gamma) - 0.0025B] = [0.00715S + 3.54][2.544 - 0.000,415S].$$

$$\text{或 } (0.002,29S + 1.134)(0.302S - 25.8) = \frac{S^2(0.000,415S + 1.581)}{3.425S + 1695}$$

$$- [0.00715S + 3.54][2.544 - 0.000,415S]$$

整理上式得

$$0.0019 S^3 + 0.611 S^2 - 319.973 S - 34,325,950 = 0$$

$S$  改成公尺數得

$$S^3 + 3.156 S^2 - 16.520 S - 17.720 = 0$$

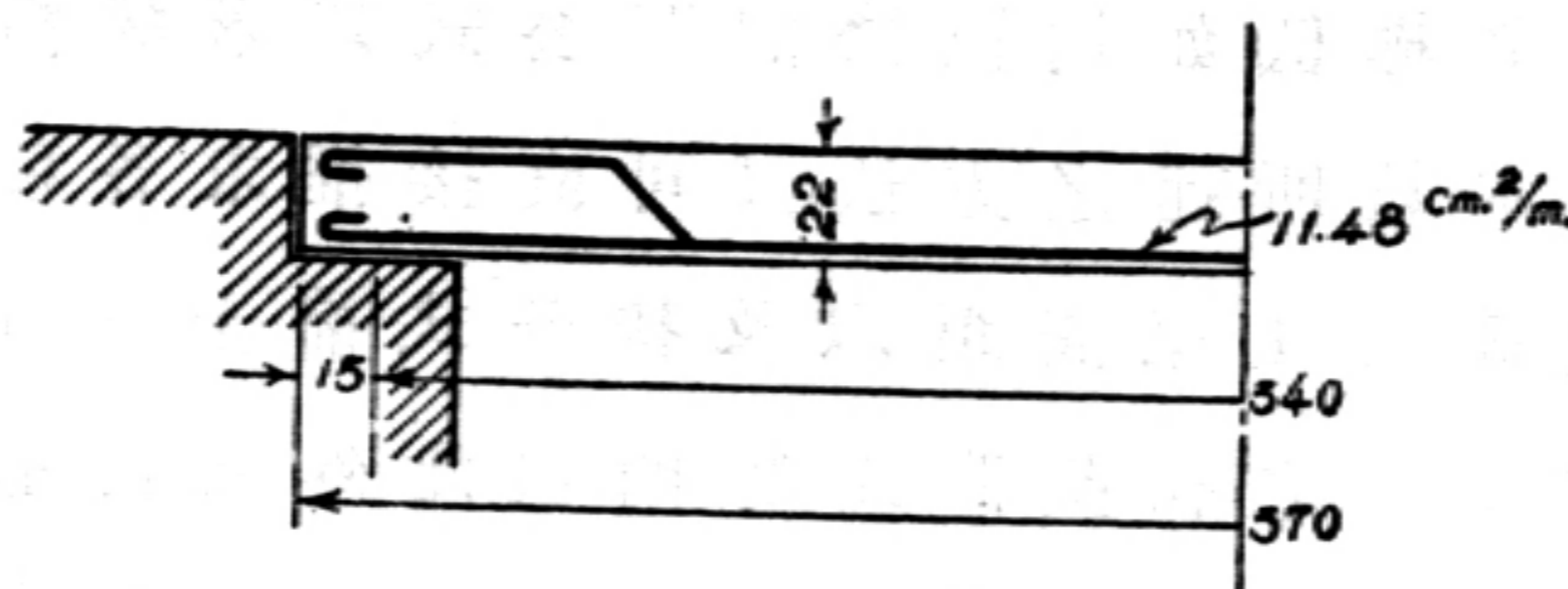
解上列  $S$  之三次方程式得  $S=3.36 \text{ m}$ 。

為求證實本論之正確程度起見，就兩種計劃所得之結果而

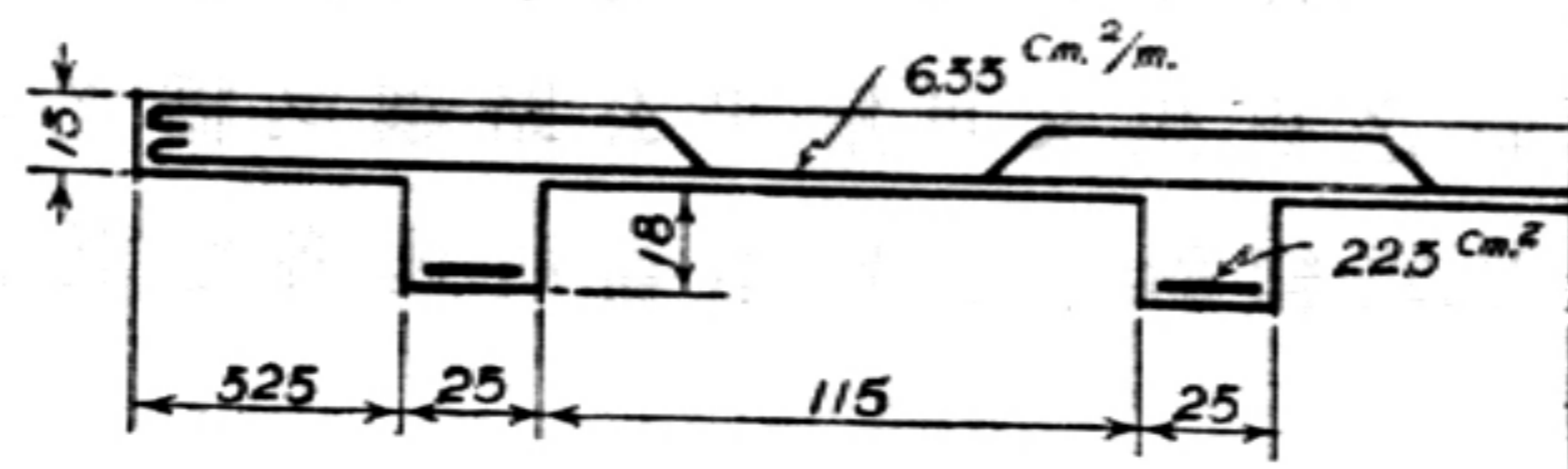
比較之,結果正相脗合。

設計時所用之跨度設為 3.4 公尺。按照 Ketchum 氏之車輛載重分佈法計算。

板橋之總厚為 22 公分,鋼筋為  $11.48 \text{ cm}^2/\text{m}$ 。佈置如第十三圖。



第十三圖



第十四圖

T 橋橋板總厚為 13 cm,橫鋼筋  $6.33 \text{ cm}^2/\text{m}$ , T 梁莖部寬為 25cm,莖部深 18 cm,主鋼筋為  $22.3 \text{ cm}^2$ 。佈置如第十四圖所示。

就以上所得之結果估算所需之價值如下。

1:2:4 混凝土	板橋用	4.477 c.m.
	T 梁橋用	3.312 c.m.
	相差	1.165 c.m. @ 21. = 36.12 元 (+)
鋼筋	板橋用	23.362
	板梁橋用	41.469
	相差	$1 \times 107 \text{ c.c.} @ \frac{1250}{100 \times 100} = 22.63 \text{ 元 (-)}$
模板	板橋用	21.98
	T 梁橋用	26.34
	相差	$4.36 \text{ m}^2 @ 3.1 = 13.52 \text{ 元 (-)}$
總共相差		$36.12 - (22.63 + 13.52) = 0.03 \text{ 元}$

又橋面之總價值為 236.12 元,與兩者相差之比僅為 0.000,127

倍。可謂毫無軒輊之分矣。

### (五) 結 論

綜合以上所得之結果,凡用經濟斷面公式以求橋梁建築費用之經濟,其成效極低。如用經濟間距公式以求經濟,結果反有重大之收穫。根據本篇所述之方法,又可直接推求各種工廠貨棧等廣大構造物之經濟主梁間距。以及扶壁式擋土壁(Retaining wall, Counterforted type)之扶壁間距等問題。此外如構造物之平板式與T梁式之經濟跨度限界,以及扶壁式與懸臂式(Cantilever type)擋土牆之限界問題,皆可解決。因非屬本篇之範圍,暫不列論。

再,根據本篇之思想,又可解決公路鋼梁橋之經濟間距,惟此種研究,錯綜複雜,頭緒紛繁,遠較本篇所述各節為甚,容有機會,再行提出討論。

# 路簽自動交換機

華南圭

北甯鐵路於民國二十五年採用路簽自動交換機。此種交換機，用以代替人力，即路簽之接收與交付，皆賴自動機件，無須人與人相授受也。

凡用此機，電氣路簽之制度，完全不變，故路簽電機亦不變，惟簽圈稍改而已。簽圈如圖(A)，有腸形彈圈，路簽貫穿於其中。另有彈性鋼板，壓緊路簽，使路簽不易滑動而與彈腸脫離。簽圈亦如普通形式，惟 a b 二處稍成直綫形，俾易為交換機擒住。

所謂交換機，主要機件有二，如圖(B)或(C)之(甲)及(乙)。(甲)為接收機，(乙)為交付機。此二機雖裝在同處，事實上則(甲)(乙)並非同用；蓋火車入站，則(甲)機接收路簽，火車出站，則(乙)機交付路簽也。

接收機之構造如下：(1)為上顎及下顎，略如人手之二指向上向下張開，以便擒取簽圈。(16)為掣爪，賴其自身之重量以俯仰，仰時向右，俯時向下，其樞點在(1)顎，簽圈未入上下顎，再向右進，則掣爪自仰，旋即自俯，因此則簽圈不能滑出於上下顎之外。(17)亦為掣爪，而具彈簧，所以補助(16)者也。(18)及(19)是橡膠質之墊，用以緩和簽圈與接收機之衝擊耳。

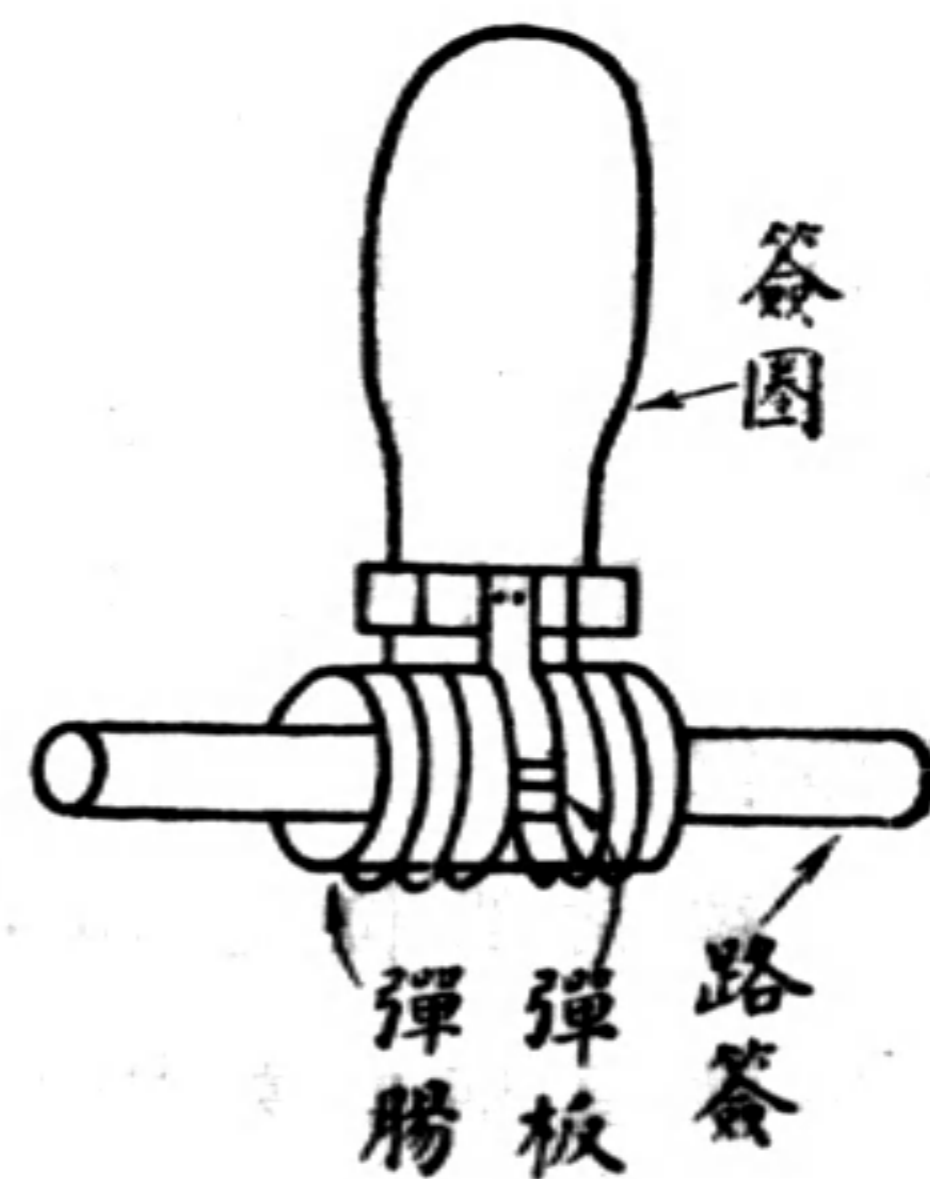


圖 (A)

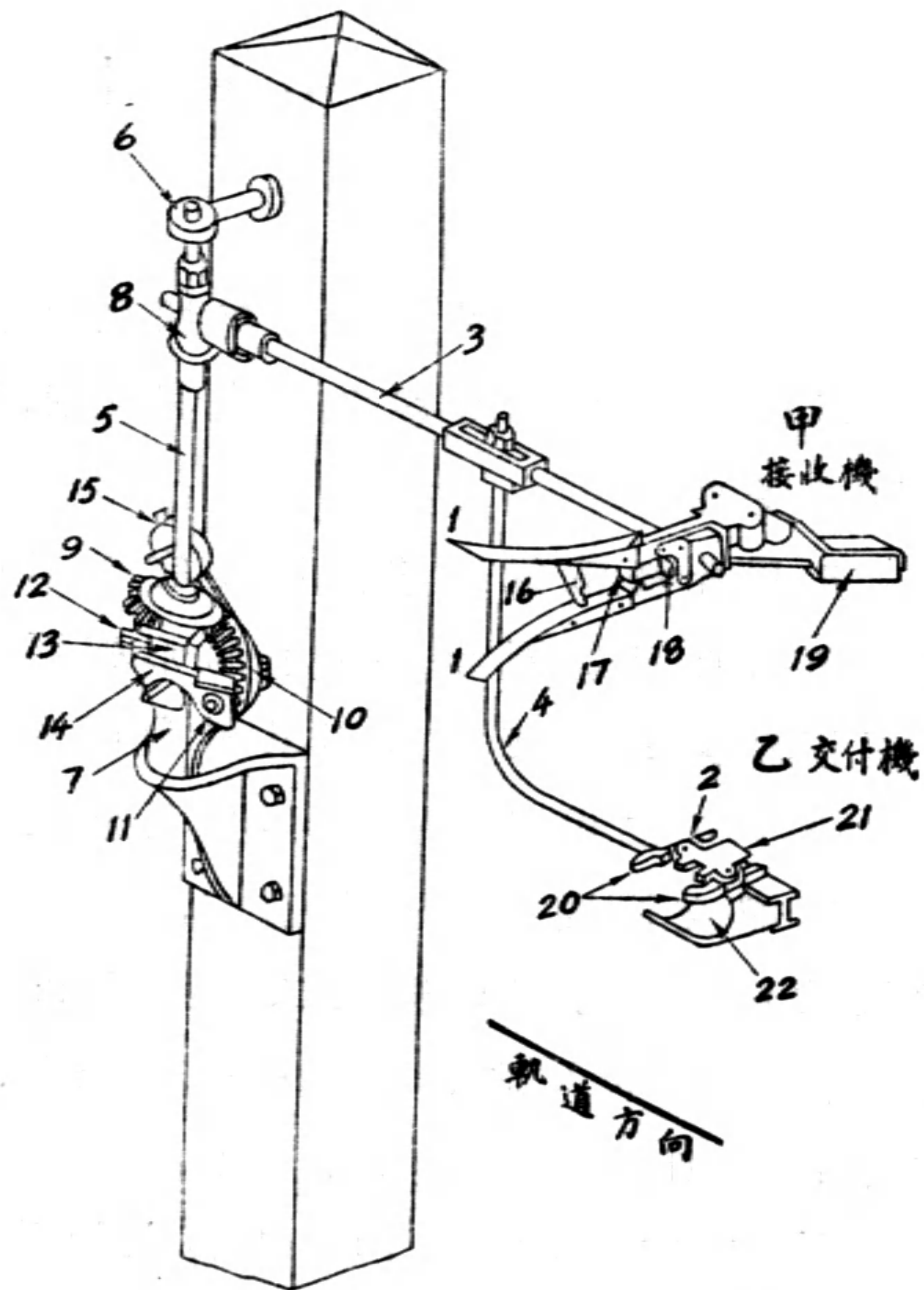
交付機之構造如下：如圖(乙)，(22)爲半圓形之鐵件，(20)爲腮箱；半圓鐵受簽圈之彈簧，腮箱受簽圈之(a)(b)；腮箱之二具彈簧，可將(a)(b)夾緊，夾緊之後，簽圈之姿勢如圖G。

機車旁或煤水車旁，亦裝接收機及交付機，如圖(D)之(甲)及(乙)，其構造與在圖(B)或圖(C)中者無異。

路旁之(甲)及(乙)，應有二種部位；一爲經常部位，如圖(B)，其時無火車通過，二爲反常部位，其時有火車經過；故(甲)(乙)二機，應能使其變換部位；圖(B)卽示經常部位，圖(C)示反常部位。

(甲)裝於橫臂，如(2)，(乙)裝於吊臂，如(4)，而吊臂又聯結於橫臂；(3)與(4)成爲“J”形，同時可以變換部位。

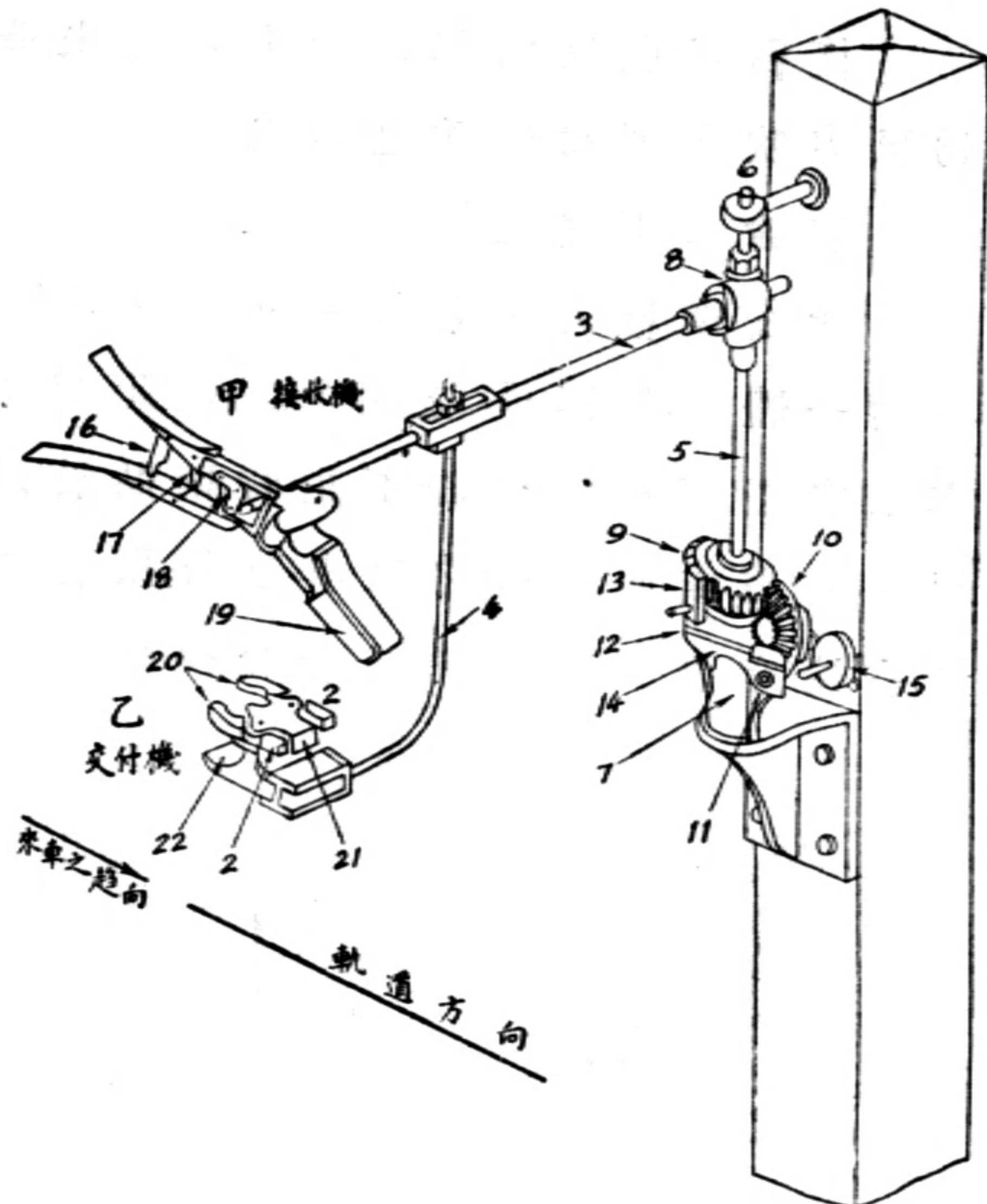
經常部位之(3)，與軌道平行，(4)亦與軌道平行，受簽之顎(1)則與軌道垂直，如圖(B)所示。反常部位之(3)，與軌道成垂直綫形，顎(1)則向火車，如圖(C)所示。路旁有枕，其跟賴角鐵與螺栓以與軌枕聯結。枕上有灰臼，如(7)，臼受樞柱(5)；樞柱上端爲環臼(6)所禁錮，此環臼(6)又賴螺栓以與枕聯結。橫臂(3)樞柱(5)，賴十字形



圖(B) 經常部位

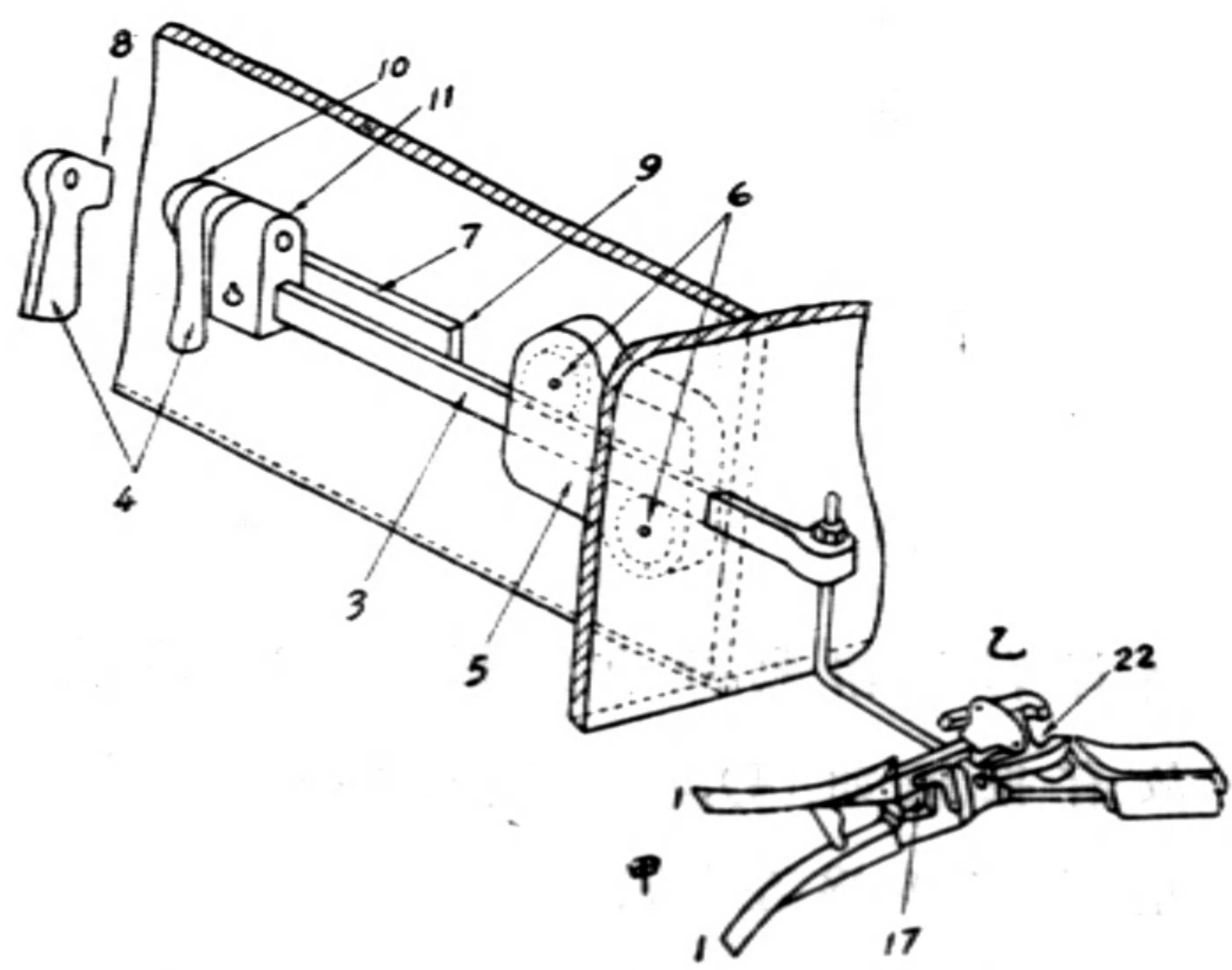


之螺套,如(8),以得聯結,而成十字形;如是,則橫臂(3)可以搖轉如門, (6) (7) 猶門臼也。樞柱之跟部,有錐形齒輪如(9),能與樞柱同時旋轉;又有錐形齒輪如(10),隨(9)之旋轉以旋轉; (10)之橫軸受擺砵(15),賴此砵以維持橫臂(3)之姿勢。樞柱之跟部,又有掣爪,如(14),隨樞柱以旋轉。



圖(C) 反常部位(行將交換之姿勢)

在經常部位之時,掣爪為一死件勾住,橫臂(3)不能扳動;只須用手撥動掣爪而使其稍仰,則即可將橫臂推成反常部位。推至九十度,不能再推,則因死臼另有鐵檔之故。亦因有此鐵檔,故火車將簽圈交付於顎(1)時,火車之銳力,不能牽引橫臂而使其超過九十



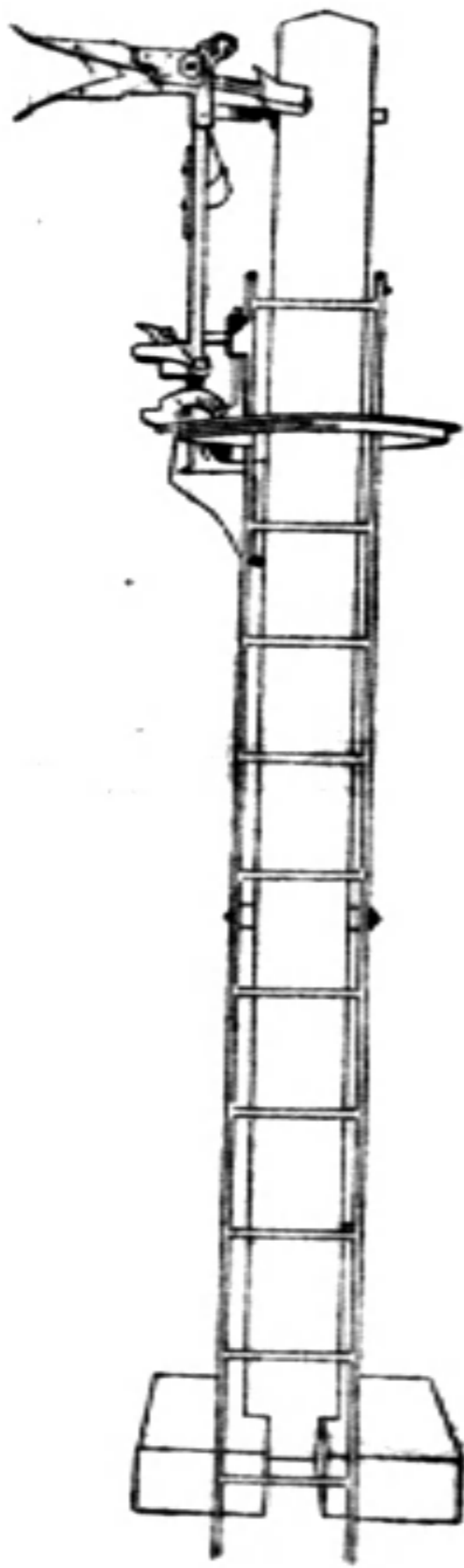
圖(D)

度。

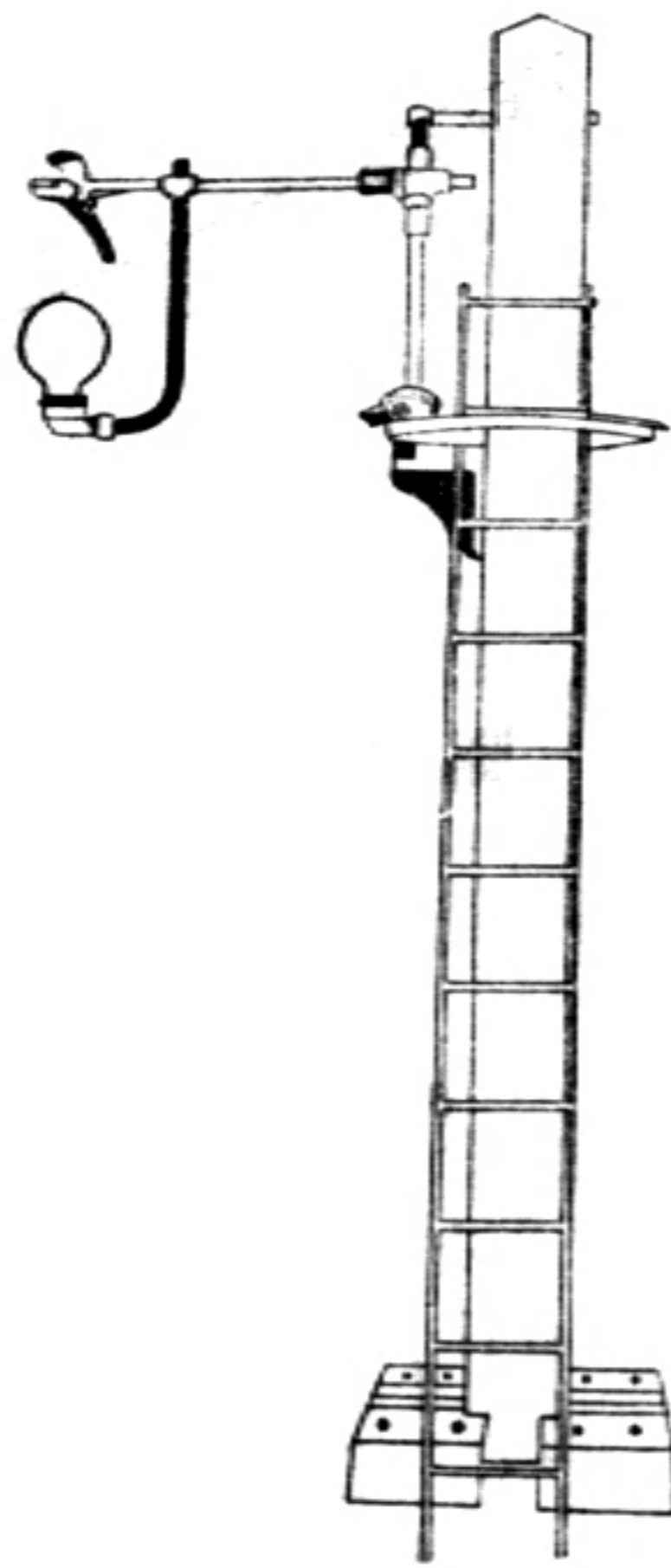
橫臂已成反常部位而火車尚未蒞臨之時，橫臂之姿勢，不能為風力吹動，則賴擺砵之力也。

進論火車之交換機：

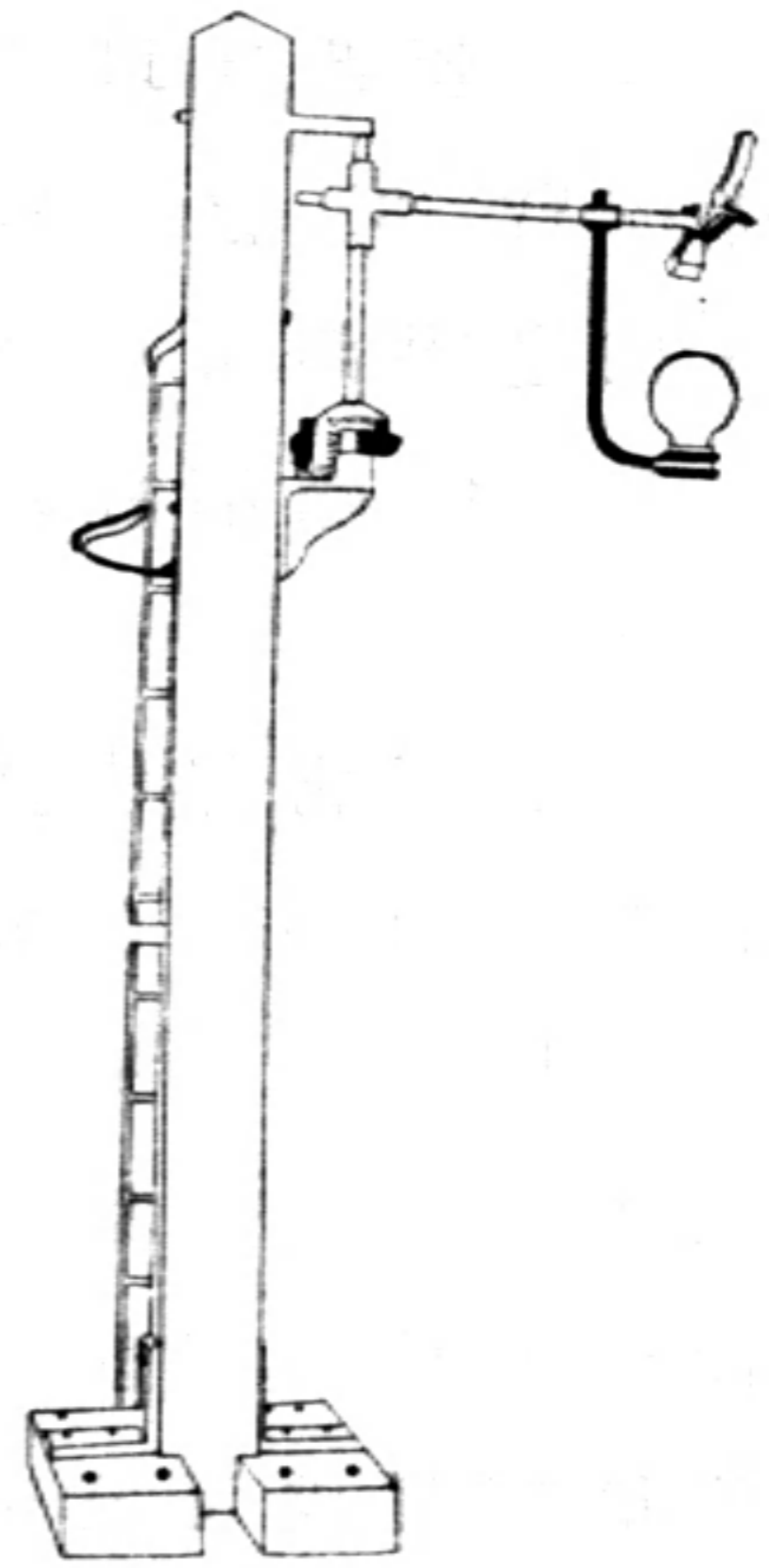
此交換機乃裝於煤水車之旁，其(甲)及(乙)之構造，依然無異，惟合為一體耳，如圖(D)之(甲)(乙)是。此交換機裝於煤水車之旁，用時與車之豎牆相離少許，不用時則貼於此豎牆；其動作極簡易，只須以手向右或向左推之。欲其推行，故有滑桿如(3)，此滑桿為橫平者，右端穿過夾牆而聯結於交換機，左端聯結於扳柄(4)。為使該



圖(E)



圖(F)



圖(G)

滑桿容易滑動，故有滑棍如(6)，藏於蓋板之內。為便於着手起見，故有扳柄如(4)，此扳柄可仰可垂，其踵(8)可垂可仰，(7)為檔板，其左端(10)為左檔，右端(9)為右檔。圖(D)為經常之部位，此時扳柄下垂，其踵觸於左檔(9)，故不能再向左推。若將扳柄(4)仰起，則可將滑桿向左推行，推成反常部位，將(4)下垂，則其踵(8)觸於右檔(9)而

不能向左退行：(11) 觸於蓋板 (5)，故滑板不能再向右推，如是，即使交換機停於反常之部位。

以上論交換機之構造及運用已明，再概括言之：

圖 (E) 示路旁交換機之經常部位，圖 (F) 示路旁交換機之反常部位，此時已將簽圈納於交付機，以待火車出站。圖 (G) 示圖 (F) 之背面。圖 (H) 示車上交換之經常部位，但簽圈已納於交付機；只須再將滑桿向右推行，即能成反常部位。圖 (I) 示交換時之狀；(a) 為簽圈已納於車上交換機之狀，行將掛入路旁接收機；(b) 為簽圈已納於路旁交付機之狀，行將掛入車上接收機。圖 (J) 示已交換之狀；(a) 為簽圈已掛之路旁接收機之狀，(b) 為簽圈已掛入車上接收機之狀。

路旁交換機之桅，高度須與車上交換機之地位相稱，其距離亦然。該桅以堅固美松為之，23 公分見方，賴粗強之螺柱，以聯於軌枕。此軌枕比他枕為長，受火車之重量而稍降，則桅亦隨之同降；因此，路旁交換機之高度，永與車上交換機之高度相稱配。

自軌面至接收機上下顎之中點，高度為 3.05 公尺，即 10 英尺。自軌道中綫至接收機之中綫，距離為 2.11 公尺。交換機須常川校對，以保持其高度及距離。

校對係用標準矩二具，一以校對路旁交換機，一以校對車上交換機。採用此種自動交換機，有何利益？曰在增加火車

之速度，易言之，即減少火車進站出站時所虛糜之時光。用人力交換路簽，則火車進站出站，必須緩行；即在直通之車站，亦須緩行；用此自動交換機，則直通之火車，速度不必大減。北甯火車在北平天津間，中途不停，經過十五站，每站節省之時光總計不在少數。此即自動機之利益也。

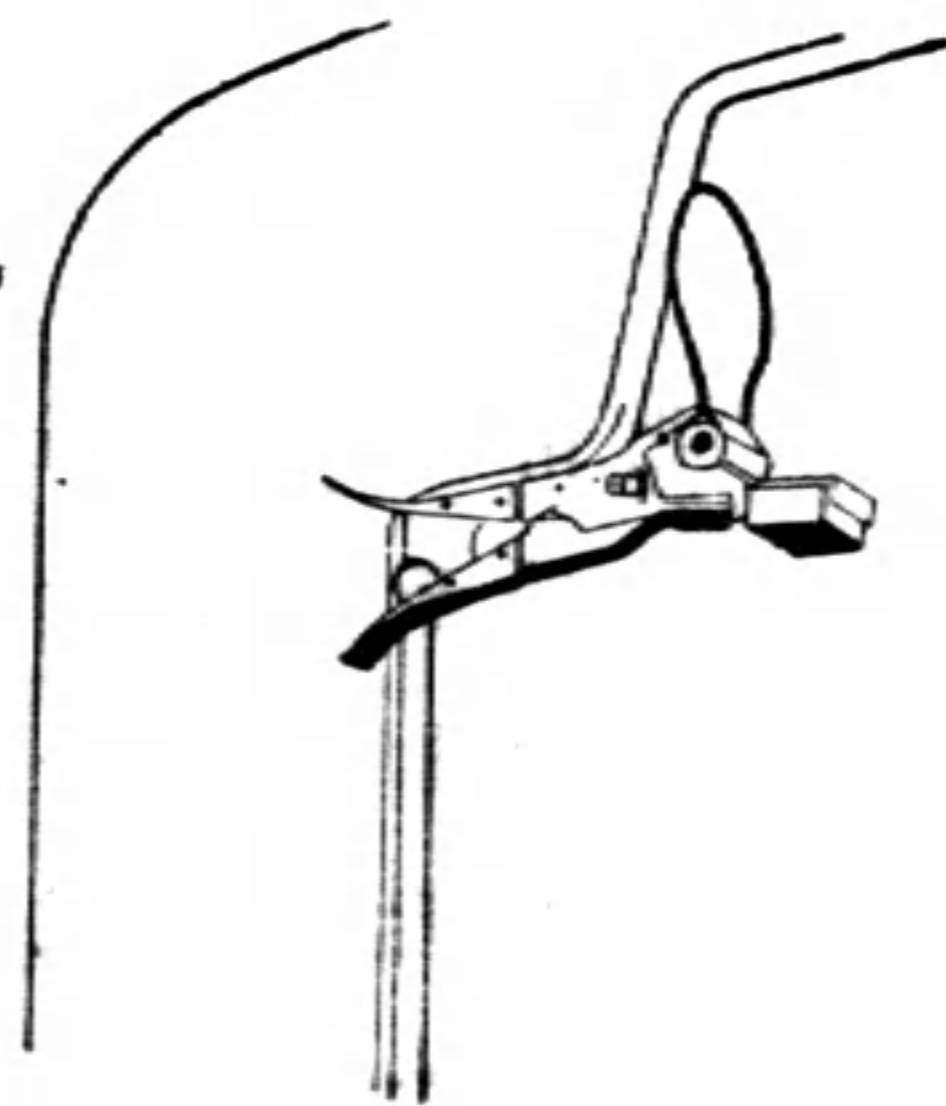


圖 (H)

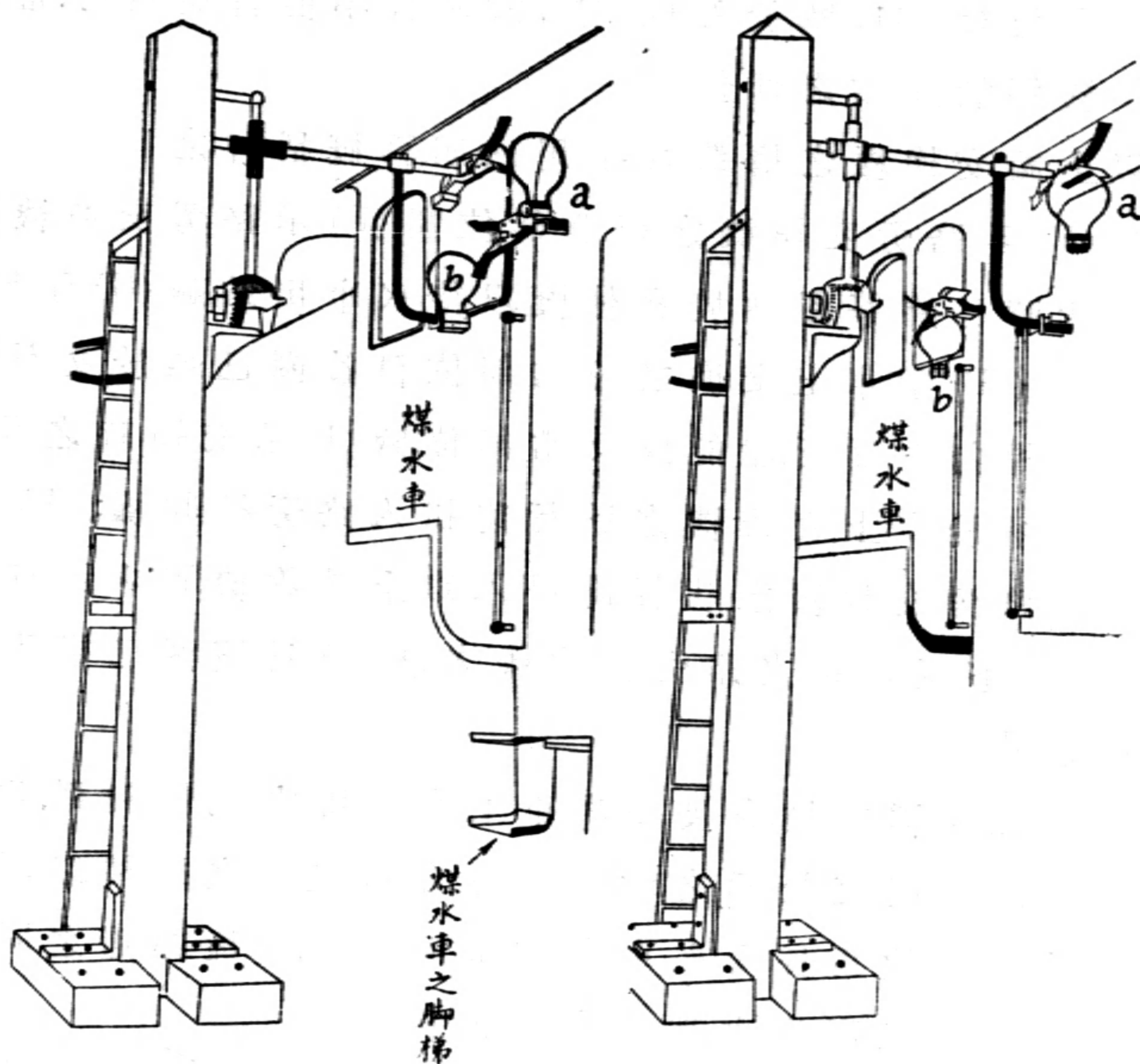


圖 (I)

圖 (J)

北甯路平津間火車,前需三點鐘,今縮為二點八分,其最大原因乃由於改良道岔及號誌;道岔由平行四邊形改為斗形,即出站軌道向為曲線者,今則出站進站皆為直綫,此其一也;號誌向恃人力者,今則皆有電氣的鍵制,此其二也;至於改良之第三事,則為路簽自動交換機。

再進一步,將來尙可縮短時光,大概可由二點八分縮為一點五十分,但須再改良軌道,即(一)將狗頭道釘改用螺紋道釘(二)將豎立之軌條改令其有二十分之一之欹勢,即採用部章所定之欹勢墊板。

# 泰爾鮑脫螺形曲綫

許 鑑

## 概 要

鐵路單曲綫或複曲綫之兩端,及複曲綫上二個彎度各異之曲綫之間,均應用介曲綫,使外軌超高度,在介曲綫全長內,由直綫之零數逐漸增至圓曲綫應有之全數,或由複曲綫之甲分子曲綫應有之全數逐漸變至乙分子曲綫應有之全數,以謀行車之安全與旅客之舒適也。

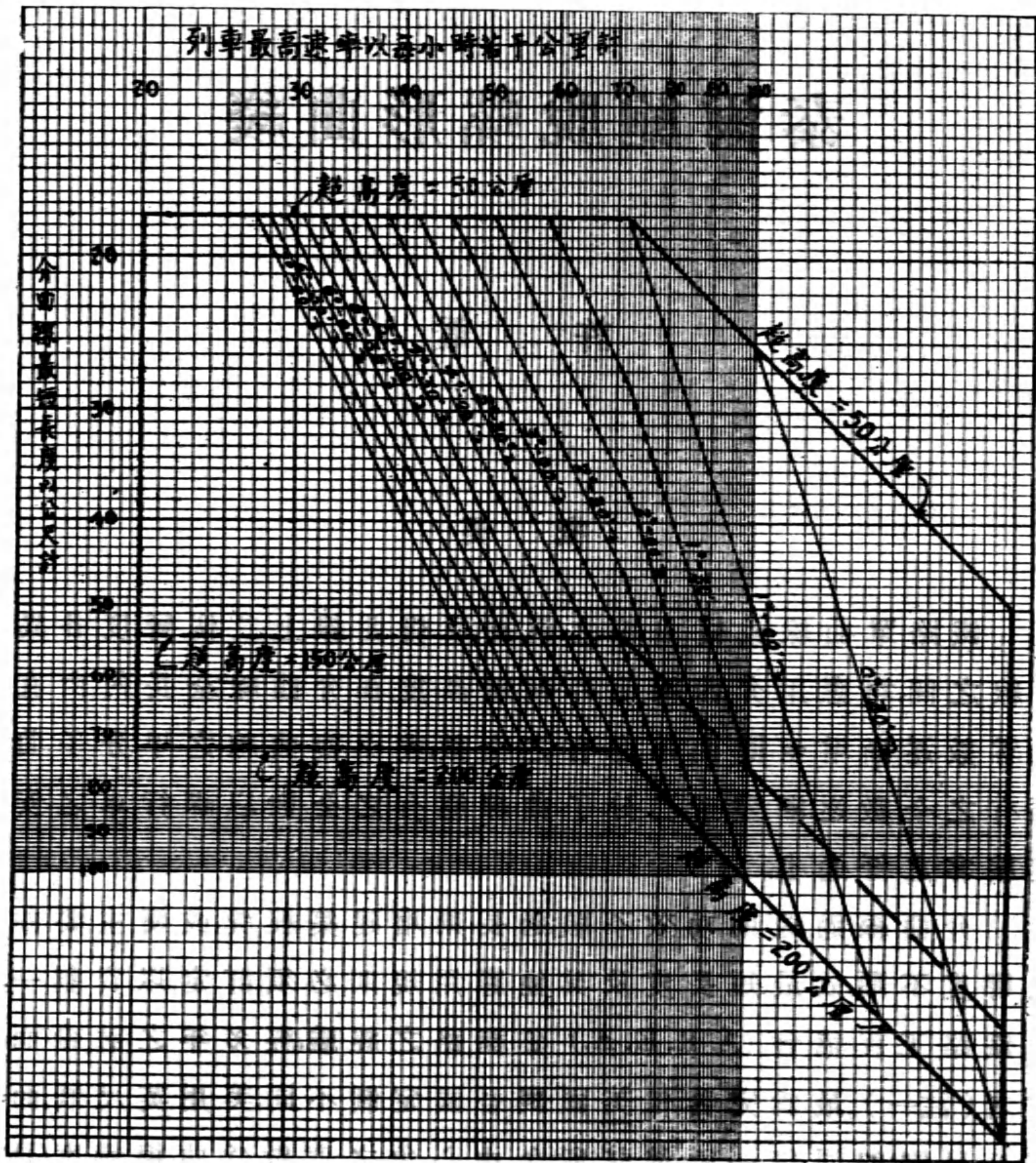
介曲綫過短則功效不顯;過長則增建築經費,或使主要曲綫之彎度不順,故最短長度及其他應用規則,必須訂定,以資劃一。美國鐵路工程協會(A. R. E. A.)集諸路之經驗,經多年之討論而訂定者(註一),最為完善。但美國與吾國定制不同,美用英尺制,而吾用公尺制;即同以一標準弦所含中心角之度數為曲綫彎度(Degree of Curve)以表示曲綫之銳鈍,美國之標準弦為一百英尺而吾國之標準弦為二十公尺。茲參照美國 A. R. E. A. 規範,擬定適用於吾國制度之規則數條,並製介曲綫最短長度圖(第一圖),以供採用。

介曲綫之種類甚多,泰爾鮑脫教授所創之螺形曲綫(註二)

---

註一 A.R.E.A. Proceedings 1909, pages 411-488;  
A.R.E.A. Manual, 1929.

註二 The Railway Transition Spiral-by Arthur N. Talbot 6th edition,  
Mcgraw-Hill book Co., Inc.



第一圖 介曲線最短長度圖

乃其一也。以其原理簡明，計算容易，應用又廣，特將其計算法改爲公尺制，以介紹於吾國鐵路界。

螺形曲線之原理，略號，重要公式及測設法分行列入，但均簡而要，蓋旨在應用也。至於詳細之申說，及公式之由來等等，可對照泰爾鮑脫教授之原著也。

介曲線之規則

凡曲線之適合列車最高速率之外軌超高度為50公厘及50公厘以上時,均應採用介曲線。

選定介曲線長度時,應以將來路線改進後之列車最高速率,而不以現在之列車速率為依歸。

凡3度(半徑等於352.20公尺)及3度以上之曲線,均係限制速率之曲線,其介曲線之長度,不得小於54公尺。

凡3度以下之曲線,而列車速率亦須限制者,其介曲線長度之公尺數不得小於四分之三之列車速率之每小時公里數,此項速率係按150公厘之超高度求得之。

凡不限制速率之曲線,其介曲線長度之公尺數,不得小於百分之三六(.36)乘最高速率所需外軌超高度之公厘數;亦不得小於千分之五( $\frac{1}{200}$ )乘最高速率每小時公里數與該速率所須超高度公厘數之積。

大於規定最短長度之介曲線,有時或有利便而可採用,但太大之長度增加,似非完全需要,且倘無經費方面之慎重考慮,則決不當加長。在彎度較小之曲線上,其介曲線之長度,可將規定之最短長度增加百分之五十,如所加之長度不重關經費亦不使曲線彎度不順。若較大長度,使曲線彎度不順,則應絕對採用規定之最短長度。

凡超高度之分配,應於介曲線全長內,自始迄終,逐漸增加,俾直綫上並無超高度而圓曲線則有充分之超高度。

複曲線之彎度各異之曲線間,亦應採用介曲線,其超高度之變更,照直線與曲線間之例施行之。

無論何種介曲線均可採用,但螺形曲線較為適宜。

茲根據上列規則及  $E = .009864DV^2$  (註三)公式,作一介曲線最短長度圖(第一圖)以便查用。

註三 國有鐵路建築標準及規則

## 螺形曲線之原理

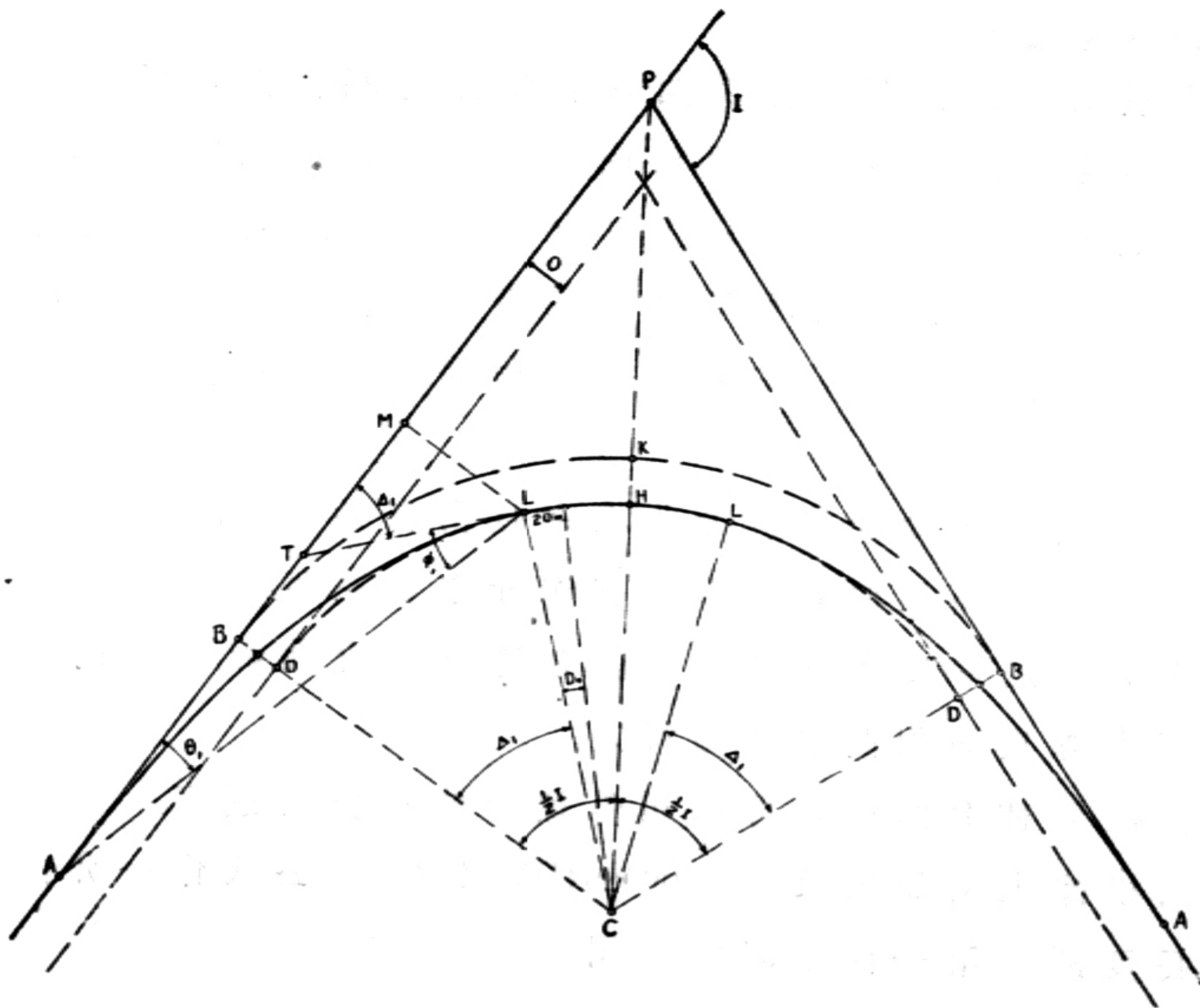
泰爾鮑脫螺形曲線，乃一種曲線，其彎度與其距始點之長度成正比例。換言之，其彎度係由直線零度起，漸漸增大，直至與所聯接圓曲線之彎度相等。

螺形曲線之方向變更，與其距始點之長度之乘方成正比例，非若單曲線之方向變更與其距始點之長度成正比例。

同一中心角（即中心角之度數相等），螺形曲線之長度等於二倍單曲線之長度。

## 略 號

本篇採用泰爾鮑脫教授原定之略號（參閱第二圖），但改



第二圖



用公尺制,以合吾國標準,茲特一一說明如下:—

P. S. = 螺形曲線之始點(第二圖之 A 點)

P.C.C. = 螺形曲線與圓曲線相接之聯點(第二圖之 L 點)

P. C. = 圓曲線經移置後之始點(第二圖之 D 點)

R = 螺形曲線上任何點之半徑,以公尺計

D = 螺形曲線上任何點之彎度。圓曲線之彎度曰  $D_0$ ; 螺形曲線終點之彎度曰  $D_1$ ; 普通使  $D_1 = D_0$ , 螺形曲線上置經緯儀點之彎度曰  $D'$

$$D = \frac{1146}{R}$$

a = 螺形曲線每 20 公尺站長之彎度變率,亦即等於距 P. S. 20 公尺處之曲線彎度

S = 自 P. S. 至螺形曲線上任何點之長度,以公尺計

螺形曲線之全長曰  $S_1$

L = 自 P. S. 至螺形曲線上任何點之長度,以 20 公尺之倍數計

自 P. S. 至螺形曲線上置經緯儀點之長度曰  $L_1$

螺形曲線之全長曰  $L_1$

I = 整個曲線之總中心角 = 交角(第二圖中, H 為圓曲線之中點,  $I = 2\angle BCH$ )

$\Delta$  = 螺形曲線上任何點之方向變更角,即始點切線與該點切線所成之交角,介曲線終點之此角曰  $\Delta_1 = \angle PTL = \angle DCL$ (第二圖),介曲線上置經緯儀點之此角曰  $\Delta'$

$\theta$  = 在螺形曲線始點,自始點切線至螺形曲線上任何點之偏倚角。在始點自始點切線至螺形曲線上置經緯儀點之偏倚角曰  $\theta$ ,如 L 點之  $\theta$  為  $\angle BAL$ .

$\Phi$  = 在螺形曲線上任何點,自該點切線至螺形曲線上其他任何點之偏倚角,即該點切線與該點至其他任何點之弦所成之角;如在 L 點,至 A 點之  $\Phi$  為  $\angle TLA$ .

x = 螺形曲線上任何點之橫距,以螺形曲線始點為原點,始點切線為橫軸,以公尺計如 L 點之 x 為 AM.

y = 螺形曲線上任何點之縱距,與橫軸相垂直,以公尺計,如 L 點之 y 為 ML.

t = P. C. 之橫距,以公尺計,如 P. C. 在 D 點,  $t = AB$ .

- O = 螺形曲線之始點切綫與一平行之 P.C. 點之切綫間之距離, 即 P. C. 之縱距, 以公尺計,  $O=BD=KH$
- T = 整個曲線(圓曲綫連螺形曲綫)之切綫長, 以公尺計,  $T=AP$
- E = 整個曲線之外距, 以公尺計,  $E=PH$
- C = 螺形曲線之長弦(第一圖之 AL), 以公尺計
- u = P. S. 至始點切綫與一螺形曲綫切綫相交點之距離, 以公尺計 (第二圖中, L 點之 u 為 AT), 沿始點切綫量之。
- v = 螺形曲綫上任何點至該點切綫與始點切綫相交點之距離, 以公尺計(第二圖中, L 點之 v 為 TL) 沿該點切綫量之。

## 公 式

公尺制之泰爾鮑脫螺形曲線之重要公式如下:—

$$(1) \quad D = aL = a \frac{S}{20}$$

$$(D_1 = aL_1 = a \frac{S_1}{20})$$

$$(2) \quad \Delta = \frac{1}{2} aL^2$$

$$(\Delta_1 = \frac{1}{2} aL_1^2)$$

$$(3) \quad \Delta = \frac{1}{2} DL = \frac{1}{2} \frac{D^2}{a}$$

$$(4) \quad y = \frac{214.1}{(a)^{\frac{1}{2}}} \left( \frac{1}{3} \Delta^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{42} \Delta^{\frac{5}{2}} + \frac{1}{1320} \Delta^{\frac{7}{2}} - \dots \right)$$

$$(5) \quad x = \frac{214.1}{(a)^{\frac{1}{2}}} \left( \Delta^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{10} \Delta^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{216} \Delta^{\frac{5}{2}} - \dots \right)$$

$$(6) \quad y = .0582aL^3 - .000000316 a^3L^7$$

$$(7) \quad x = 20L - .0001524a^2L^5$$

$$(8) \quad x = 20L - .0001524D^2L^3$$

$$(9) \quad \theta = \frac{1}{3} \Delta = \frac{1}{6} aL^2 = \frac{1}{6} \frac{D^2}{a}$$

$$(10) \quad \Phi = \frac{1}{2} aL'(L-L') \pm \frac{1}{6} a(L-L')^2$$

$$(11) \quad \Delta' - \theta' \pm \Phi = \theta + \frac{1}{6} D'L$$

$$(12) \quad \Delta' \pm \Phi = \theta' + \theta + \frac{1}{6} D'L$$

$$(13) \quad o = y_1 - R \text{ vers } \Delta_1 = .01457 aL_1^3 = .01457 D_1 L_1^2$$

$$(14) \quad L = 8.285 \sqrt{\frac{o}{D}}$$

$$(15) \quad \Delta = 4.142 \sqrt{oD}$$

$$(16) \quad a = .1207 \sqrt{\frac{D^3}{o}}$$

$$(17) \quad t = x_1 - R \sin \Delta_1 = 10L_1 - .0000254a^2L_1^5 \\ = 10L_1 - .0000254D_1^2L_1^3$$

$$(18) \quad T = t + (R + o) \tan \frac{I}{2}$$

$$(19) \quad T_1 = t_1 + (R + o_2) \tan \frac{1}{2} I - (O_1 - O_2) \cot I \\ T_2 = t_2 + (R + o_2) \tan \frac{1}{2} I + (O_1 - O_2) \operatorname{cosec} I$$

$$(20) \quad E = (R + o) \operatorname{exocsc} \frac{1}{2} I + O$$

$$(21) \quad C = \sqrt{x^2 + y^2} = 20L - .0000676a^2L^5$$

$$(22) \quad u = x - y \cot \Delta = x - v \cos \Delta$$

$$(23) \quad v = \frac{y}{\sin \Delta} = \frac{20}{3} L + .0000484a^2L^5$$

### 測 設 法

螺形曲線可用支距 (offset) 法或用偏倚角 (Deflection Angle) 法測設之。茲將二法約略分述於下：

(1) 支距法 凡  $\Delta$  小於  $15^\circ$  時。公式 (6) 可為  $y = .0582 a L^3$ ，換言之  $y_1 : y_2 :: L_1^3 : L_2^3$ ，知此比例，同時又知螺形曲線中點之支距 =  $\frac{1}{2} O$  ( $O$  由公式 (B) 求得之) 則其他各點之支距易得矣。螺形曲

線前半段各點之支距與始點切線相垂直;後半段各點之支距與圓曲線相垂直。不用支距而用縱橫距 (Co-ordinates) 則較準確,縱橫距可用公式 (4) 至 (8) 計算之。

(2) 偏倚角法 經緯儀在 P. S. 時,偏倚角可用公式 (9) 計算之。如  $\Delta$  超過  $15^\circ$  時,應在螺形曲線上添設一置經緯儀點。在該點時有三法可採用:

- (a) 以置經緯儀點之切線為零度,偏倚角用公式 (10) 計算之。
- (b) 以置經緯儀點至螺形曲線始點之弦為零度,偏倚角用公式 (11) 計算之。
- (c) 以穿過置經緯儀點而與始點切線相平行之線為零度,偏倚角用公式 (12) 計算之。

欲設之點,如在置經緯儀點與螺形曲線始點之間,則應用之公式 (10) 為  $\Phi = \frac{1}{2}a L'(L-L') - \frac{1}{6}a(L-L')^2$  而不顧  $(L-L')$  之代數符號。

欲設之點,如在置經緯儀點與螺形曲線終點之間,則應用之公式 (10) 為  $\Phi = \frac{1}{2}a L'(L-L') + \frac{1}{6}a(L-L')^2$ 。

用偏倚角法較為便利似應採用。

### 例 題

舉二例題,一關係單曲線,一關係複曲線,所用介曲線均用偏倚角法測設之。

(1) 單曲線之  $D_0 = 4^\circ$  ( $R_0 = 286.537$ );  $I = 34^\circ$ ; P.I. = 10+000; 列車最高速率 = 每小時 55 Km. 該曲線兩端用等長之介曲線。

參閱第一圖,介曲線之長度定為 50m。

用公式 (1) 得  $a = \frac{4}{2.5} = 1.6$

用公式 (3) 得  $\Delta_1 = \frac{1}{2} \times 4 \times 2.5 = 5^\circ$

用公式 (13) 得  $O = .01457D_1L_1^2 = 0.364$

用公式(17)得  $t=10L_1-.0000254D_1^2L_1^2=24.994$

用公式(18)得  $T=24.994+(286.537+0.364)\tan 17^\circ$   
 $=24.994+286.901\tan 17^\circ=112.708$

$P.S.A = 10000 - 112.708 = 9+887.292$

$P.C.C.A = 9887.292 + 50 = 9+937.292$

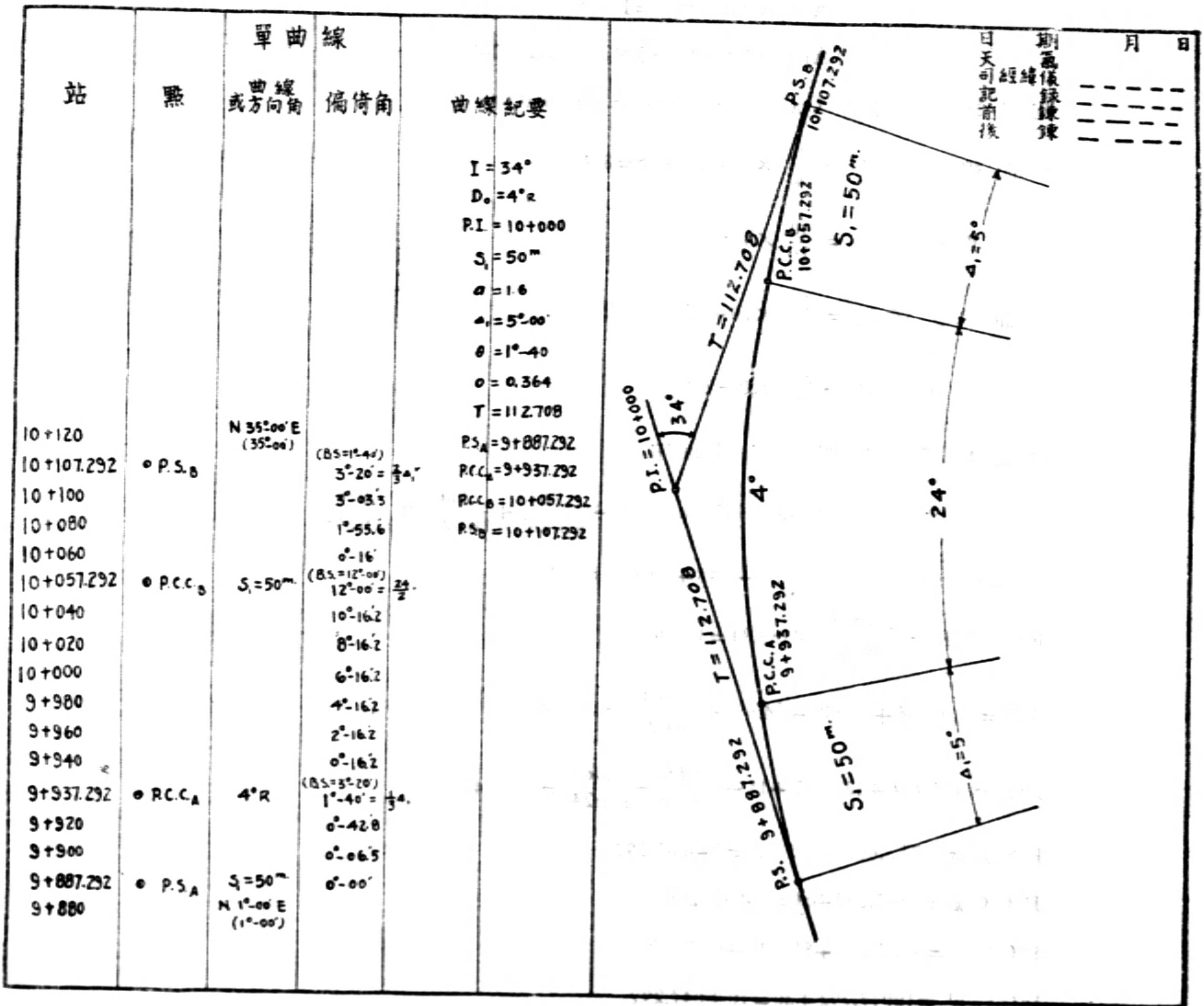
$P.C.C.B = 9937.292 + \frac{34-2 \times 5}{4} \times 20 = 10+057.292$

$P.S.B = 10057.292 + 50 = 10+107.292$

經緯儀在 P.S.A 時,介曲綫之偏倚角用公式(9)計算之;

經緯儀在 P.C.C.B 時,介曲綫之偏倚角用公式(10)計算之;

經緯儀簿之記載法詳第三圖。



第三圖

(2) 複曲線之  $I=48^\circ$ , 甲分子曲線之  $D_0=4^\circ$  ( $R=286.537$ ) 乙分子曲線之  $D_0=2^\circ$  ( $R=572.987$ ), 各有中心角  $24^\circ$ ,  $P.I.=10+073.032$ ; 列車最高速率 = 每小時 55Km, 複曲線之兩端及甲乙分子曲線間引用介曲線。

參閱第一圖, 決定介曲綫之長度如下:—

$$S_{1A} = 50\text{m}$$

$$S_{1B} = 10 \quad S = 30\text{m}$$

$$\text{用公式 (1) 得 } a_A = 1.6, a_B = a_C = \frac{2}{1.5} = 1.333$$

$$\text{用公式 (3) 得 } \Delta_{1A} = \frac{1}{2} \times 4 \times 2.5 = 5^\circ$$

$$\Delta_{1C} = \frac{1}{2} \times 2 \times 1.5 = 1^\circ 30'$$

$$\Delta_{1B} = \frac{1}{2} \times 4 \times 3 - \frac{1}{2} \times 2 \times 1.5 = 4^\circ 30'$$

$$\text{用公式 (13) 得 } O_A = 0.364; O_B = O_C = 0.066$$

$$4^\circ \text{ 曲綫之淨長} = \frac{24}{4} \times 20 - 25 - 15 = 80\text{m}$$

$$\text{其中心角} = \frac{80}{20} \times 4 = 16^\circ$$

$$2^\circ \text{ 曲綫之淨長} = \frac{24}{2} \times 20 - 15 - 15 = 210\text{m}$$

$$\text{其中心角} = \frac{210}{20} \times 2 = 21^\circ$$

計算切綫長參閱第四圖如下:—

$$FG = 286.537 \tan 12^\circ + 572.987 \tan 12^\circ + \frac{.364}{\sin 24^\circ} + \frac{.066}{\tan 24^\circ} + \frac{.066}{\sin 24^\circ}$$

$$= 60.908 + 121.797 + .895 + .148 + .162 = 183.91$$

$$FP = GP = \frac{\sin 24^\circ}{\sin 132^\circ} \times 183.91 = 100.656$$

$$AP = 100.656 + 60.908 + 24.994 - \frac{.364}{\tan 24^\circ} = 185.740$$

$$A'P = 100.656 + 121.797 + 15 - \frac{.066}{\sin 24^\circ} - \frac{.066}{\sin 24^\circ} = 237.143$$

$$P.S.A = 10073.032 - 185.740 = 9+887.292$$

$$P.C.C.A = 9887.292 + 50 = 9+937.292$$

$$P.C.C.B = 9937.292 + 80 = 10+017.292$$

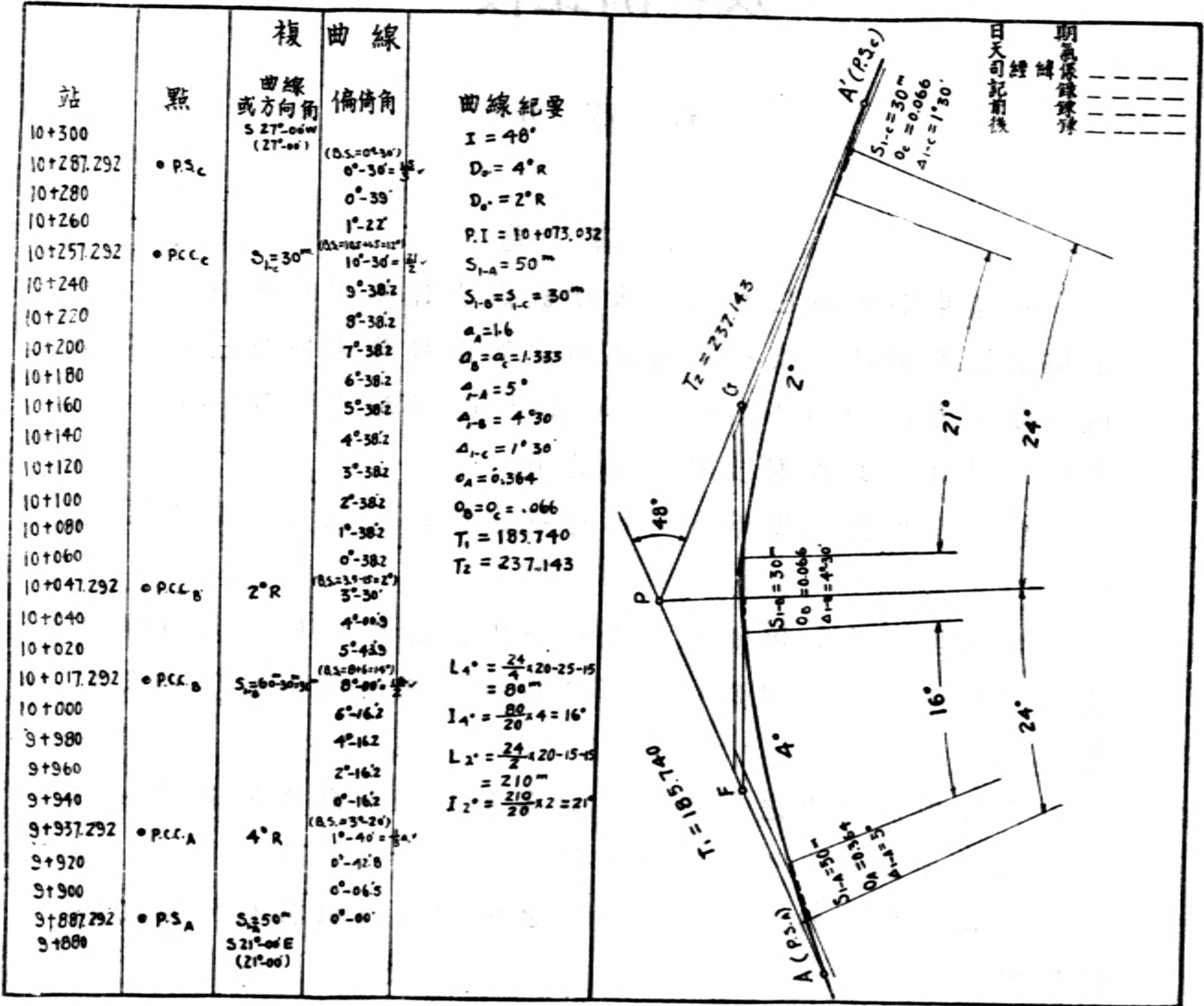
$$P.C.C.B' = 10017.292 + 30 = 10+047.292$$

$$P.C.C.C = 10047.292 + 210 = 10+257.292$$

$P.S.C = 10257.292 + 30 = 10 + 287.292$

介曲線之偏倚角用公式(9)或用公式(12)計算之  
經緯儀簿之記載法詳第四圖

第四圖



# 高樓各種支持風力法則之堅固 及經濟比較

徐寬年

## (1) 導言

在遠東各大埠已有極高大樓數處之建築。工程師計畫該種建築者已非常注重支持風力法則之問題。據作者所知，已往不外用「不變剪力法」(Constant Shear Method)與「不變力率法」(Constant Moment Method)，以應付支持風力之用。

但至高度比寬度增高時，則建築之堅固問題成爲最重要之點。

當大風之時，如因無相當支持風力之分配，而極高大樓偏向過多，可使磚瓦工作成爲粉碎，而對於遮蔽風雨潮濕之作用大有損害。

大廈對於風力之偏向不可過多，尤其在上海爲最重要一點，因滬市之地基，易有不平均之沈陷。

是篇之目的，爲討論限制高樓之偏向及該項材料分配之經濟問題。

## (2) 分配直立風壓法則

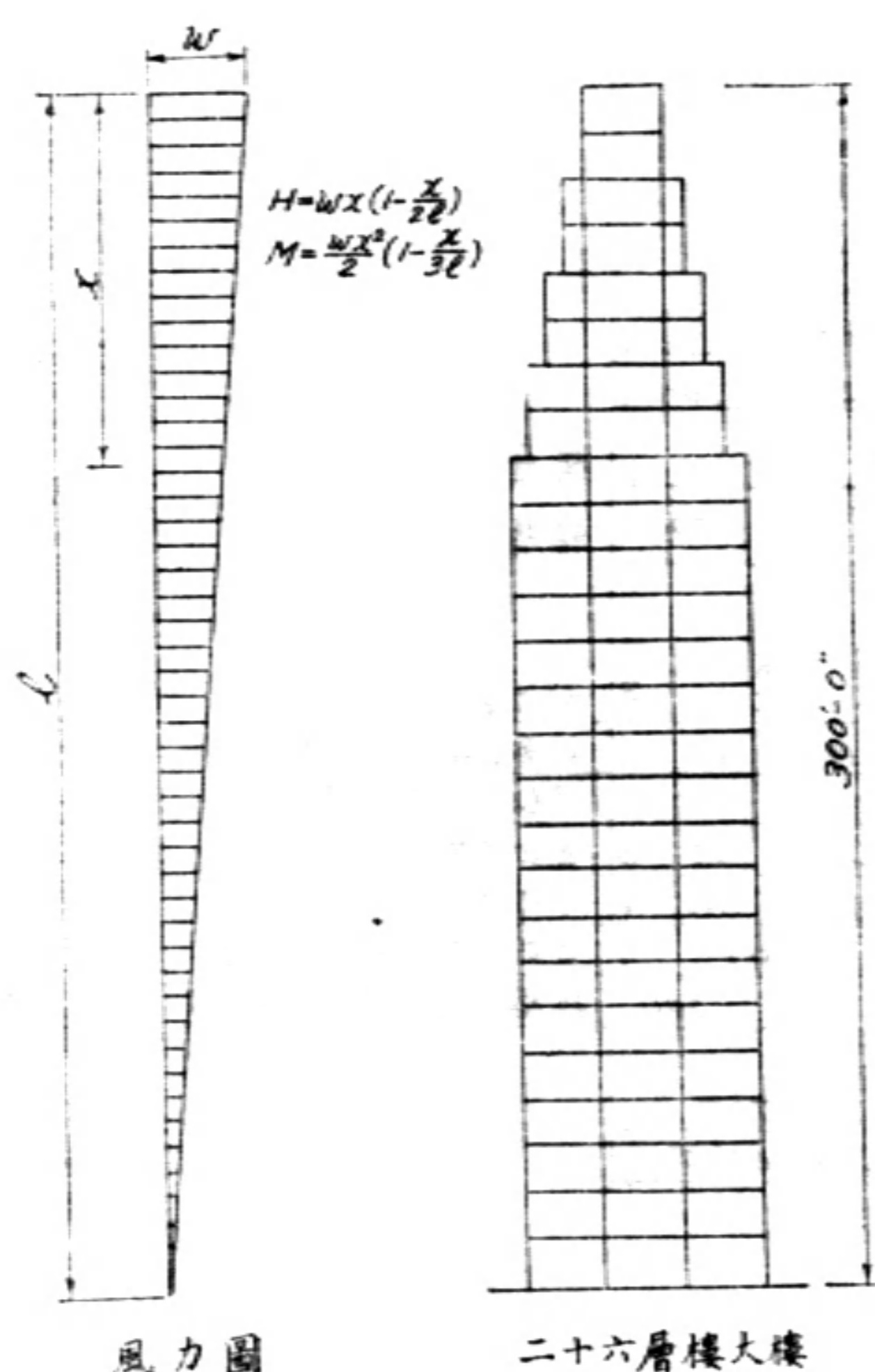
爲簡單設想，現假定柱樑佈置如第一圖；圖之左表示風力圖。屋頂風力爲每方英尺30磅至屋底爲零磅。柱至柱中心爲20英尺。

各種建築重力分配如下：

各層屋頂有三尺護牆，每方英尺125磅，

全體外牆計每方英尺85磅，





第一圖

樓板建築計每方英尺175磅（載重，分隔牆，及柱重在內）

按以上重力之分配，此二十六層樓柱排各柱之重量可預先簡單算出。各柱之公共「重力中心」(Center of Gravity) 為本排柱之中心重力。欲使一排柱對於風力之抵抗成為單位，則內柱與外柱均得受風之壓力。

此排內柱之重力，按計算，與外柱重力之比為 1.62 : 1。

柱之「單位應力」(Unit Stress) 從柱排中心起將為 1:3。

按以上之分配垂直風壓將為 1.62:3，

以外柱之垂直風壓為 V，則各柱之風壓從柱排之中心計，將為 .54V : V。

本排柱之「垂直力力率」(Moment value of the Vertical Forces) 將為  $.54V \times 20 + V \times 60 = 70.8V$ 。

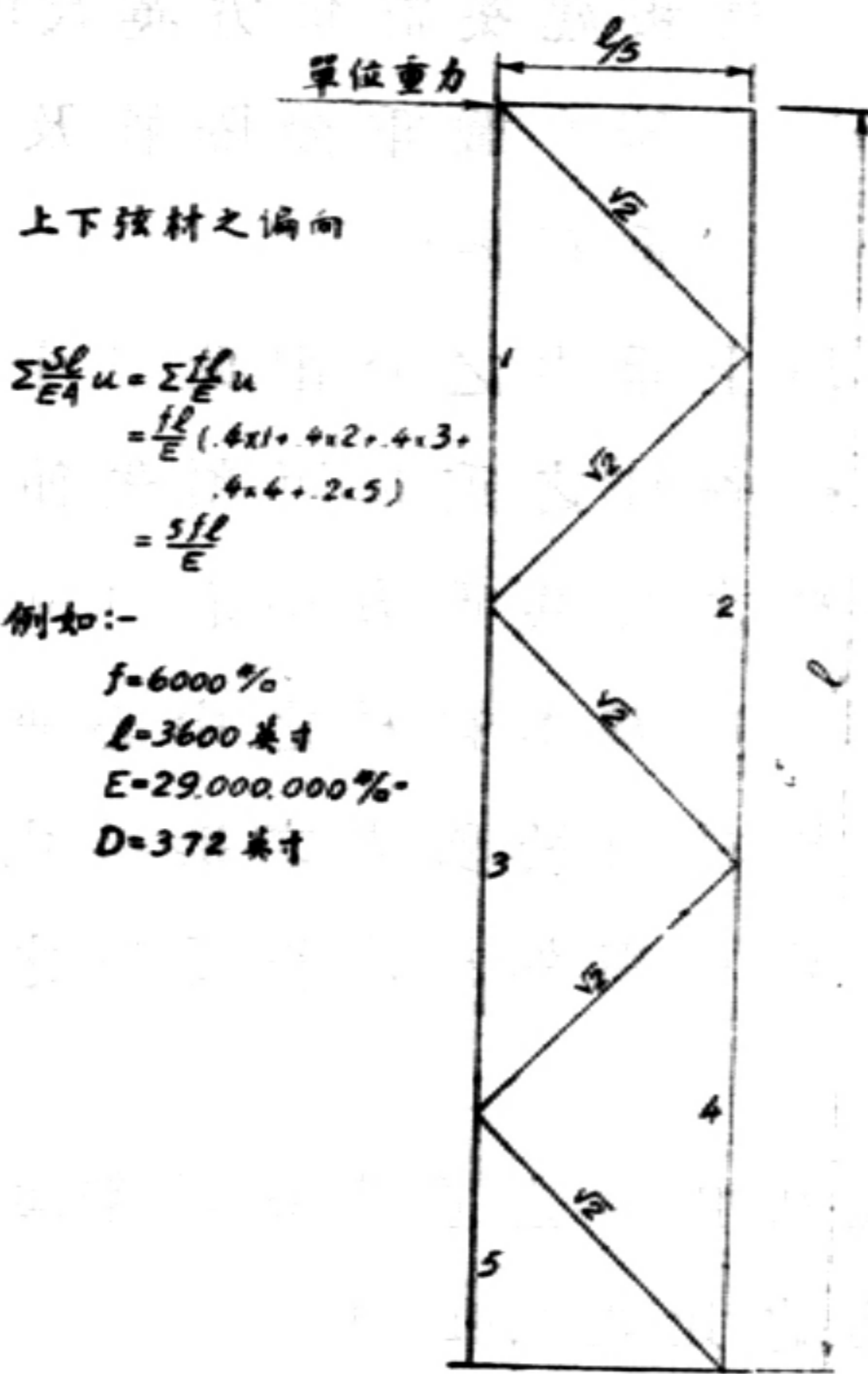
### (3) 上下弦材偏向公式

在第二圖之左： $D = \Sigma \frac{Sul}{EA} = \frac{5fl}{E}$ ，係本柱排（高度等於寬度五倍），根據有設想之 45 度「腹桁佈置」(Web System)，因上下弦材之偏向公式。

根據該計算，如樓高三百英尺，而外柱均有每方英寸 6000 磅應力，則屋頂因柱頭之「毀形」(deformation) 將有 3.72 英寸之偏向。

### (4) 橫剪力之分配

第三圖表示排柱所得之橫剪力。外柱之 V 以 70.8 除「風力率」



上下弦材之偏向

$$\sum \frac{Sl}{EA} u = \sum \frac{l^2}{E} u$$

$$= \frac{l^2}{E} (4 \times 1 + 4 \times 2 + 4 \times 3 + 4 \times 4 + 2 \times 5)$$

$$= \frac{5l^2}{E}$$

例如:-

- $f = 6000 \%$
- $l = 3600$  英寸
- $E = 29,000,000 \%$
- $D = 372$  英寸

懸桿桁構  
(Cantilever Truss)

第 二 圖

60'-0"			
20'-0"	20'-0"	20'-0"	
.29H	.42H	.29H	樓層
			樓層
1074K	1757K	1757K	1074K
			柱之重量
1	162	162	1
			柱重量或柱大小之比例
3	1	1	3
			單位應力之比例
3	162	162	3
			直立風壓之比例
V	.54V	.54V	V
			V之比例
1	1.54	1.54	1
			直立風壓增加之比例
.29H	.42H	.29H	樓層之剪力 (Panel Shears)
相等基底 = 70.8'			
有彈力基底 = 60'-0"			

第 三 圖

(Wind Moment) 而得。

橫剪力之分配,即從直立風壓之比例而得。

(5) 各種法則之層偏向比較

現在根據以下六種支持風力法則,討論「層偏向」(Drift per Story) D。

所有「單位應力」(Unit Stresses),除另有陳述外,均依照美國鋼鐵建築學會規定者。

除另有陳述外,柱為 16 BH 247 磅,橫梁為 18 BI 54.5 磅。

第四圖表示無「肘材支柱」(Knee Brace)之辦法。

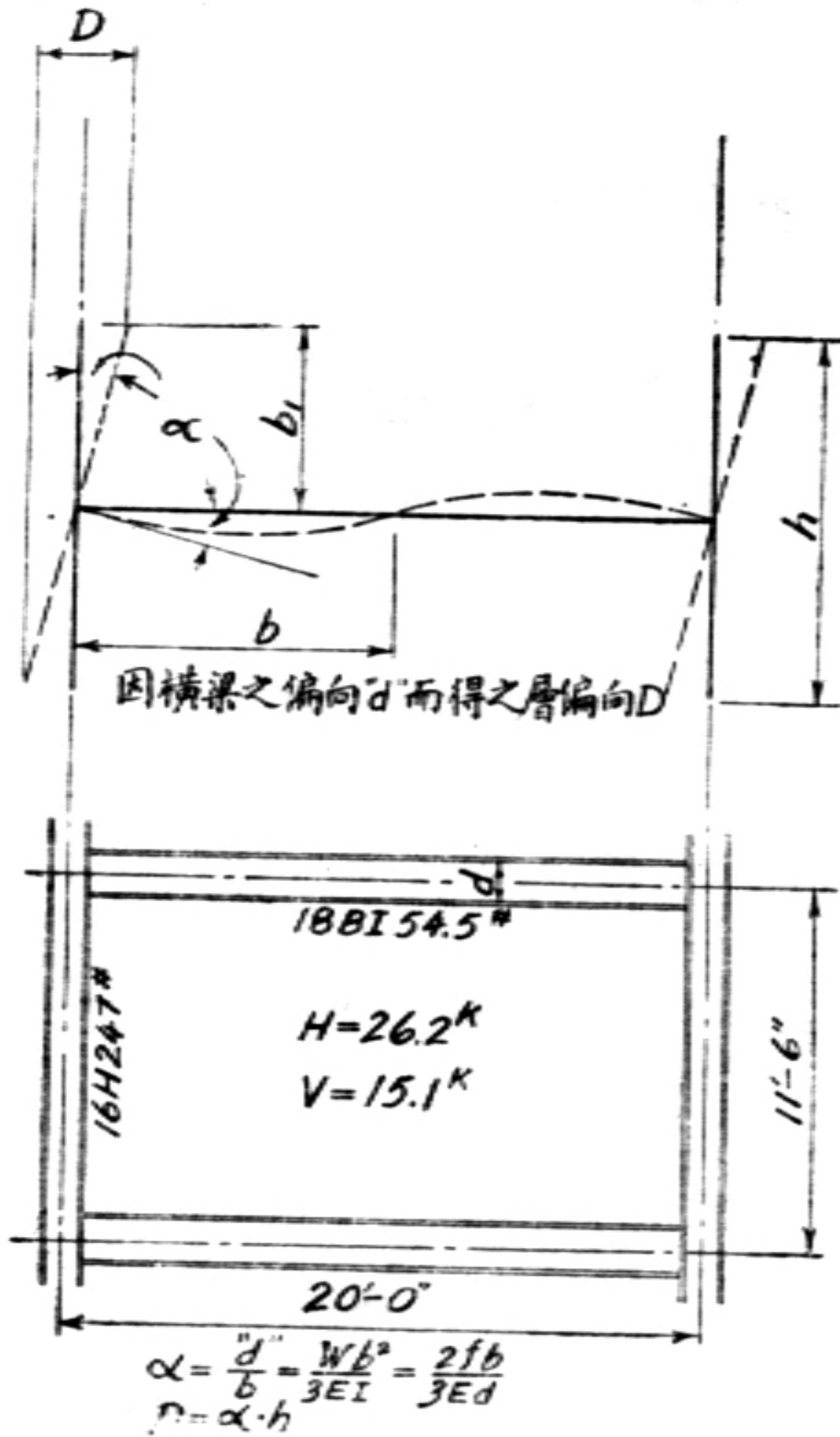
(a) 因橫梁之偏向“d”而得之層偏向 D:-

$$\text{傾斜 } \alpha = \frac{“d”}{b} = \frac{2fb}{3Ed} = 0.00279$$

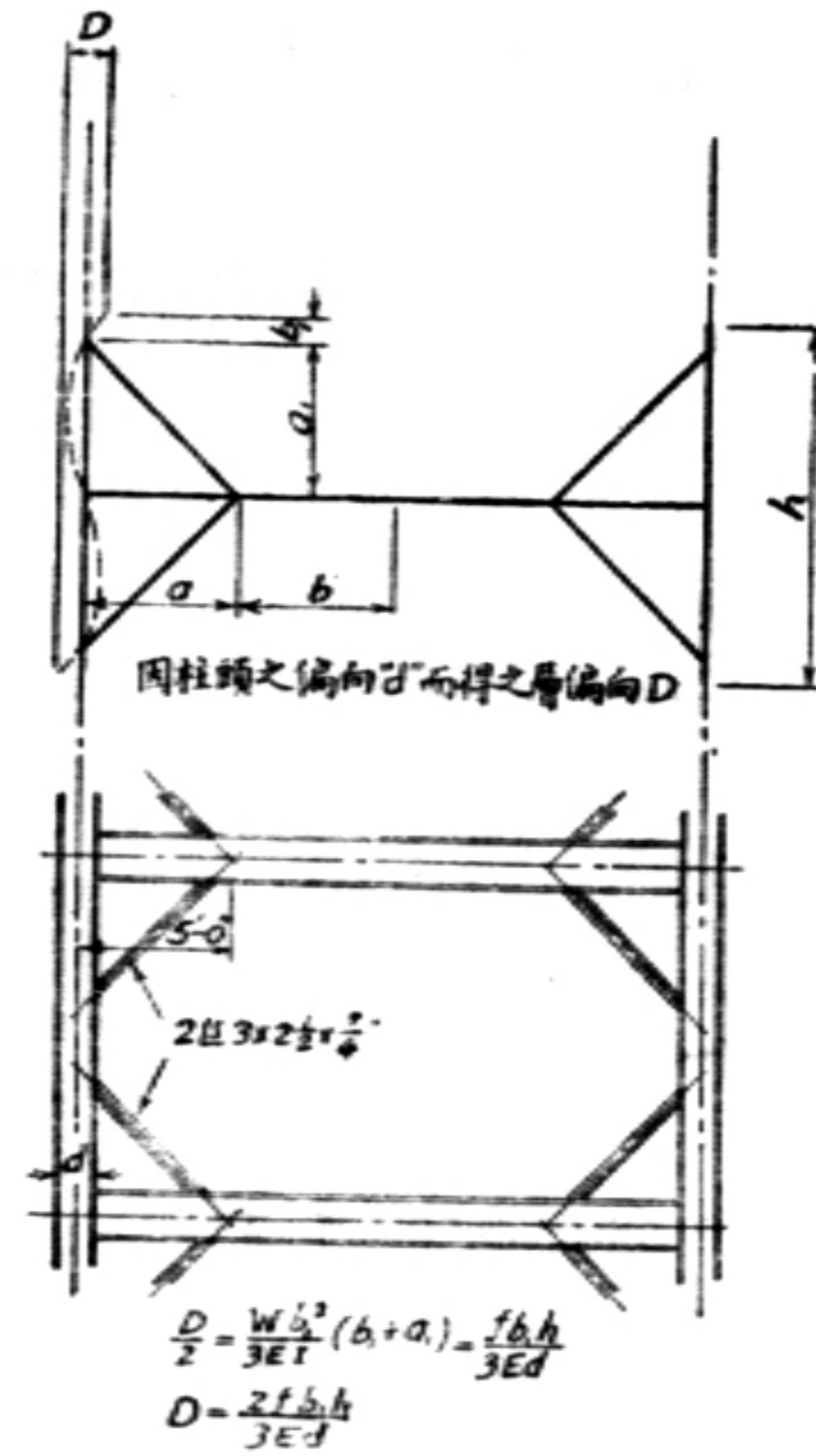
$$D = \alpha h = 0.385''$$

(b) 因柱頭之偏向“d”而得之層偏向 D:—

$$D = \frac{2 fb_1^2}{3 Ed} = 0.032''$$



第四圖



第五圖

第五圖表示肘材支柱安置在橫梁之上下,距離柱之中心 5 英尺,成 45°之角度。

(a) 因橫梁之偏向“d”而得之層偏向 D:—

$$\text{傾斜 } \alpha = \frac{2fb}{3Ed} = 0.00071$$

$$D = \alpha h = 0.098''$$

(b) 因柱頭之偏向“d”而得之層偏向 D:—

$$\frac{D}{2} = \frac{Wb_1^2}{3EI} (b_1 + a_1) = \frac{fb_1 h}{3Ed} = 0.00027''$$

$$D = 0.00054''$$

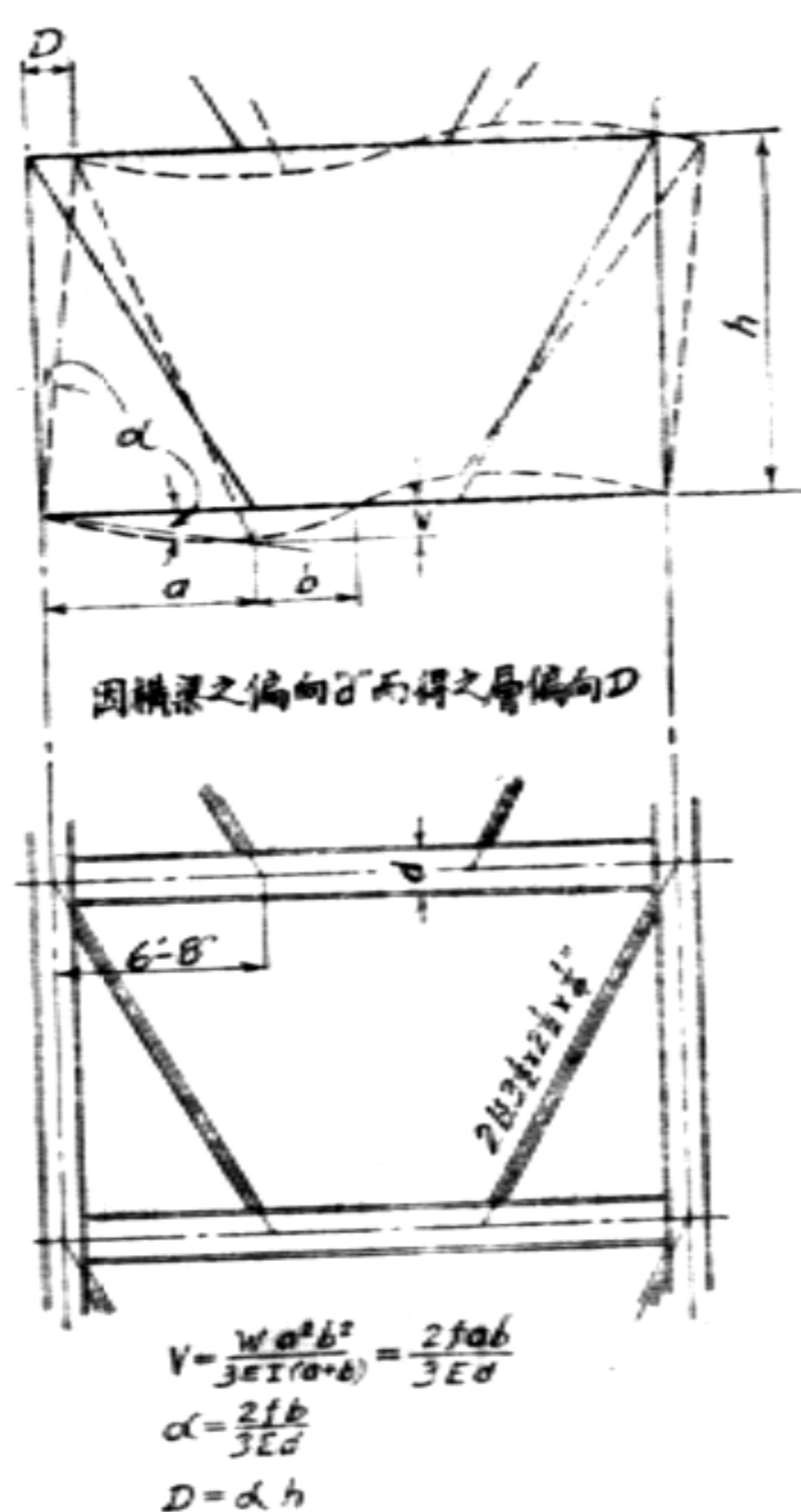
(c) 因肘材支柱之變形(Deformation)而得之層偏向 D:—

$$D = \frac{f}{E} \cdot h \cdot \csc \alpha \cdot \sec \alpha = 0.077''$$

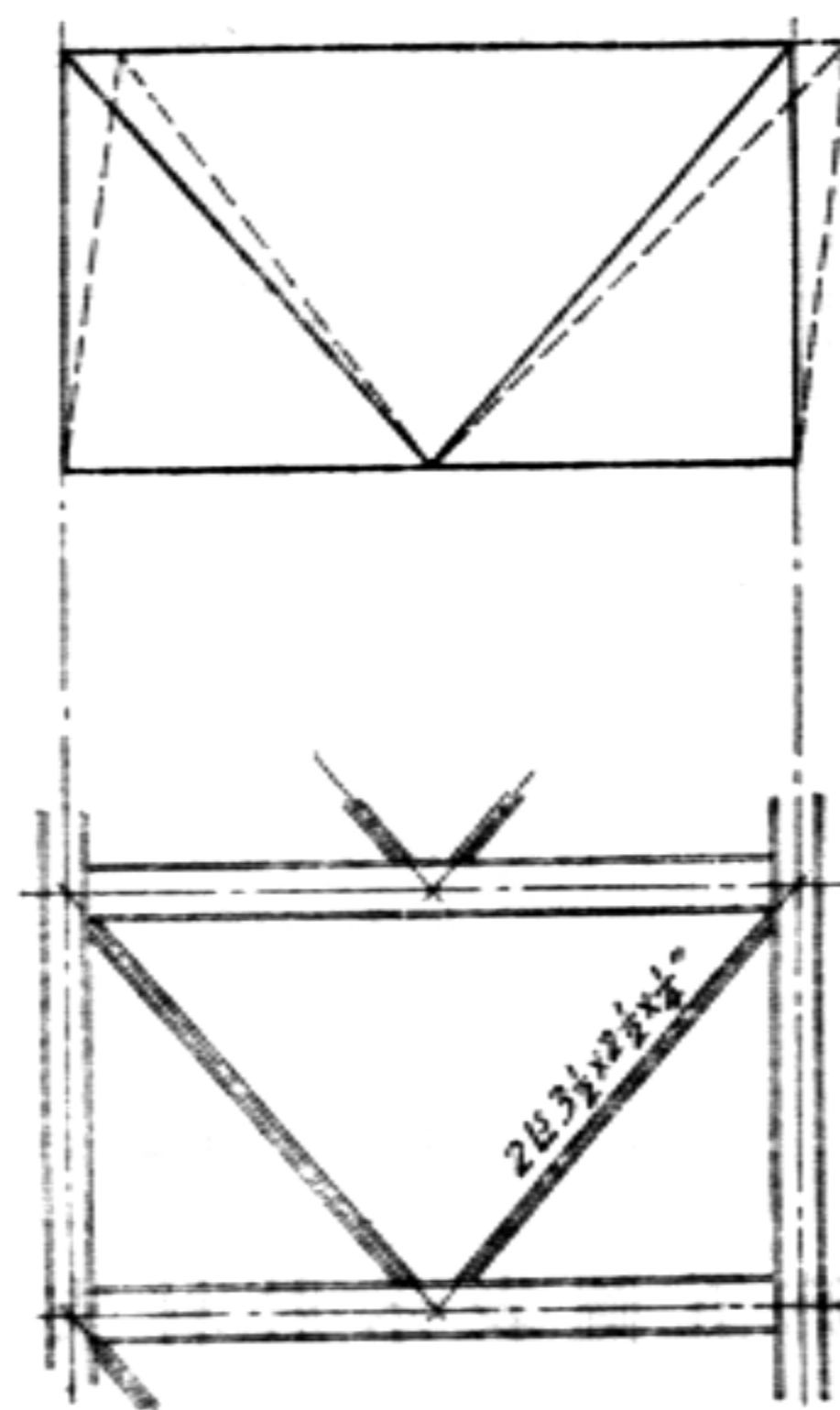
第六圖表示肘材支柱，從甲層樓柱中心至乙層樓橫梁中心平面距離 6'-8"。

(a) 因橫梁之偏向而得之層偏向 D:—

$$D = \frac{\text{第四圖所得之 } D}{9} = \frac{0.385}{9} = 0.0425''$$



第 六 圖



第 七 圖

(b) 因肘材支柱之毀形而得之層偏向 D:—

$$D = 0.098''$$

第七圖表示肘材支柱，從甲層樓至乙層樓成橫“K”形之格式。

(a) 因肘材支柱之毀形而得之層偏向 D:—

$$D = 0.074''$$

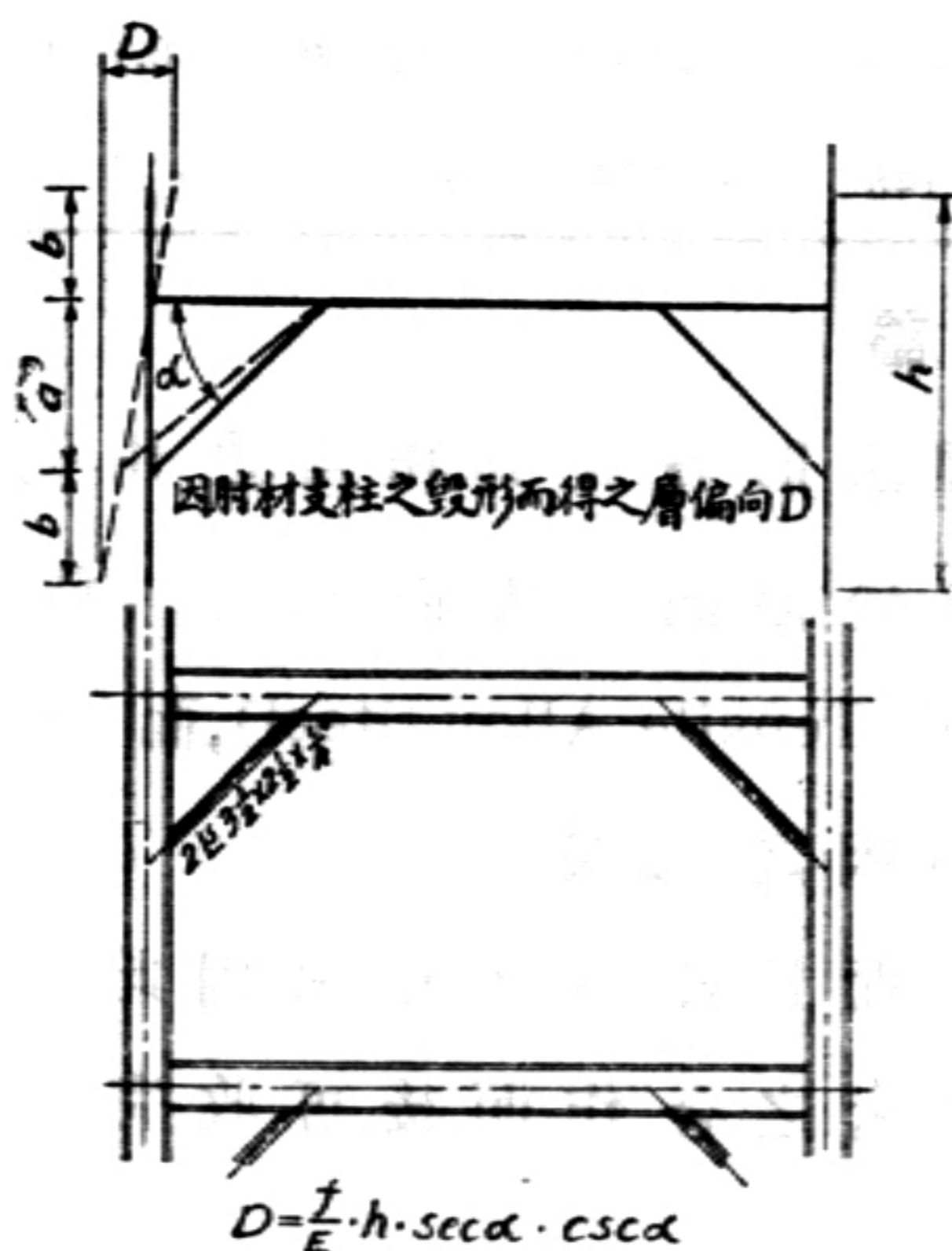
第八圖表示肘材支柱安置在橫梁之下，距離柱之中心 5 英

尺,成 45° 角度。

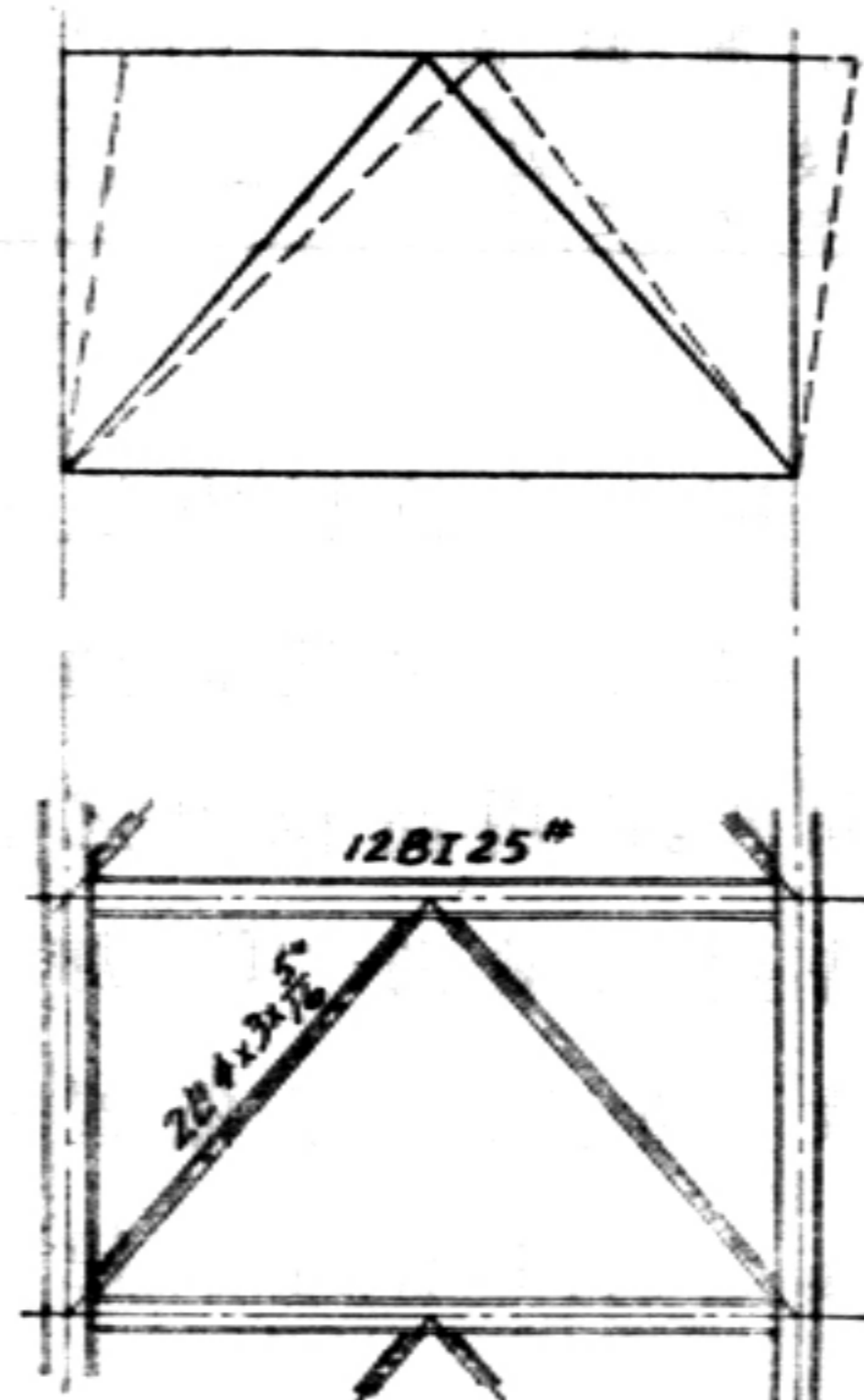
(a) 因橫梁之偏向“d”而得之層偏向 D:—

$$\text{傾斜 } \alpha = \frac{2fb}{3Ed} = 0.000704$$

$$D = \alpha h = 0.097''$$



第八圖



第九圖

(b) 因柱頭之偏向“d”而得之層偏向 D:—

$$D = \frac{Pb^3}{3EI} + \frac{Pb^2(b+a)}{3EI} = \frac{Pb^2h}{3EI} = 0.01''$$

(c) 因肘材支柱之毀形而得之層偏向 D:—

$$D = 0.142''$$

第九圖表示之佈置與第七圖相似,而橫依照[連續梁](Continuous Beam)計算。

(a) 因肘材支柱之毀形而得之層向 D:—

$$D = 0.102''$$

(b) 各種法則之層偏向表及所用材料重量之比較

圖之號數			四	五	六	七	八	九
層	因偏向得	橫梁	0.385	0.098	0.043	—	0.098	—
		柱頭	0.032	0.001	—	—	0.010	—
偏向	因變形得	橫梁	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.016
		柱頭	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		肘材支柱	—	0.077	0.098	0.074	0.142	0.102
總層偏向			0.433"	0.192"	0.157"	0.090"	0.266"	0.127"
因支持風力所用材料之重量			+ 150#	+ 146#	+ 146#	+ 154#	+ 99#	- 37#

### (7) 結 論

在所有支持風力法則之內,每種法則各有其相當之用途。若用第九圖表示之法則,則材料更省。至於偏向一方面而言,“f”小則偏向小。若用高拉力之合金鋼(High Tensile Alloy Steel),而“E”仍等於普通鋼鐵,則“f”加大而偏向亦因之大矣。

故非有完善之佈置,不可得堅固而且經濟之結果。因此在設計高樓之時,工程師與建築師須有精密之合作,而後可收完善之成效。

### 參考文獻

Handbook of Building Construction, by Hool and Johnson.

Handbook on Bethlehem Structural Shapes.

Kidder's Architects and Builders Handbook.

Modern Framed Structures, by Johnson, Bryan and Turneaure.(Parts I and II)

Steel Construction, by American Institute of Steel Construction.

Wind Bracing, by Spurr.



一塊其高度爲15.87公尺其底線之長度爲34.26公尺,只須從上線15.87公尺處聯一直線至下線34.26公尺處,則由中線與直線相交之處,得悉該基地面積爲0畝4分0厘8毫。用此法算出之畝分,亦頗準確,與舊法相較,約差五百分之一,而時間之節省,超出舊法達數十倍之巨,以故截長補短,尙覺利多弊少。兩路局自採用此法計算畝分後,購地手續上之工作,效率大增,曩昔緩不濟急之弊,亦於無形中悉數解除。惟閉門造車,深恐出不合轍,用將採用此法之經過及其效果簡敘如前,以供採擇。倘蒙 海內賢達進而教之,則幸甚焉!



**SIEMSEN & CO.**  
Importers-Engineers-Exporters  
451 Kiangse Road  
SHANGHAI

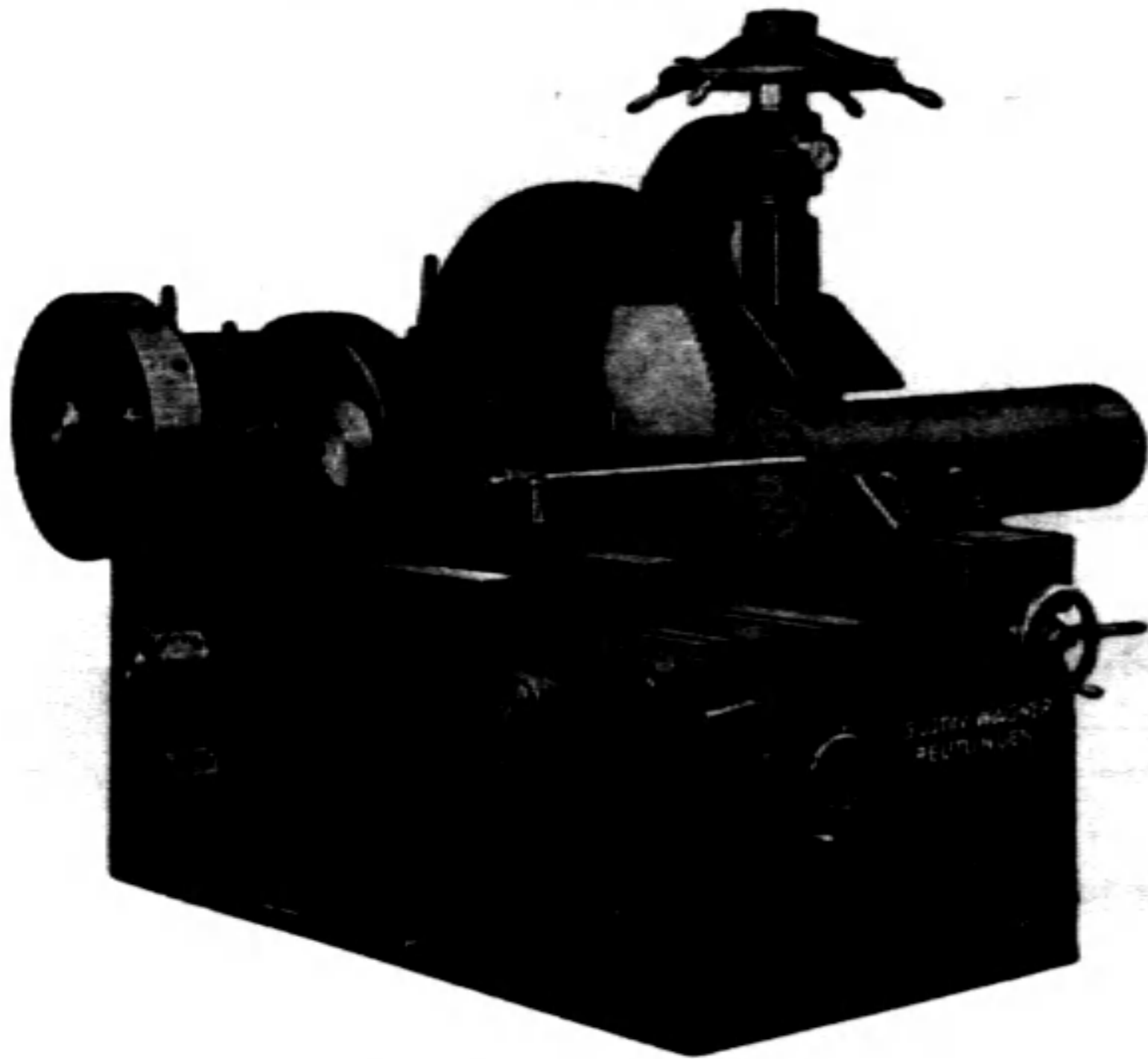


德商  
**上海海禪臣洋行**  
江西路四五一號

Gustav Wagner, Reutlingen

hydr.Kaltsaenge  
Hydraulic Cold Saw

Gewindeschneidmaschine  
Screw cutting machine



水壓冷鋸機

絞螺絲機

高速地軸鑿機

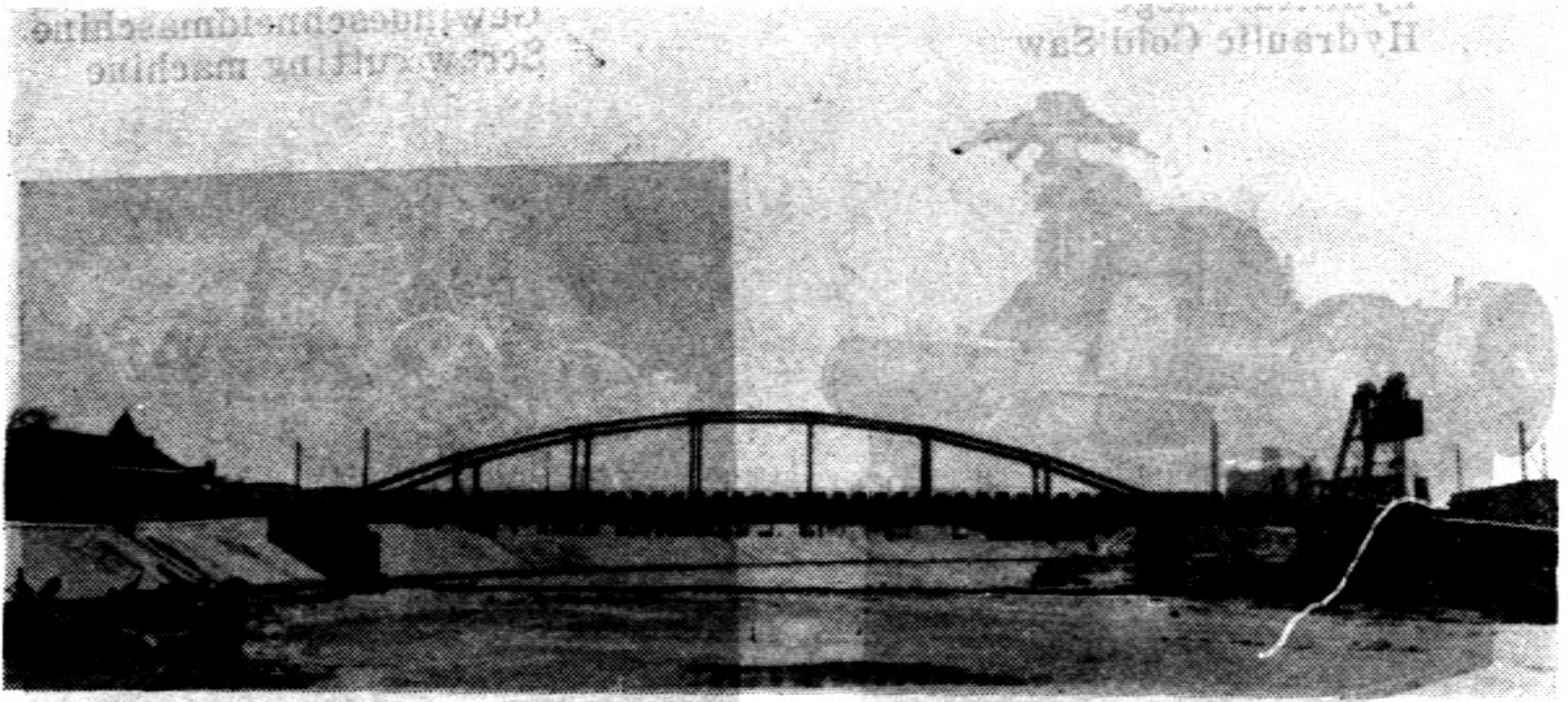
**德國聯合機械工具廠**

上海德商禪臣洋行獨家經理

Gustav Wagner, Reutlingen	冷圓鋸床，絞螺絲機。
Wanderer-Werke A. G., Chemnitz	各式精細高速銑床。
F. C. Weipert, Heilbronn	各式鑿床，刨床。
H. Pfauter, Chemnitz	各式特種高速專門割切齒輪用銑床。
Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund	鐵路工廠用之特種機械工具。
Schiess-Defries A. G., Düsseldorf	兵工廠，船廠，火車廠，鍋爐廠，等用之最大型機械工具。
Béché & Grohs, Hückeswagen	各式冷壓空氣錘。
Raboma, Berlin	各式橫臂鑽床。
Webo, Düsseldorf	高速度及立柱鑽床。
Lange & Geilen, Halle	牛頭刨床。
Maschinenfabrik Polte, Magdeburg	兵工廠用之各種機器。
Th. Calow & Co., Bielefeld	地軸鑿床，帽釘，螺絲壓床。
Hasse & Wrede, Berlin	複式鑿床，自動鑿床，兵工廠機器。
Eisenwerk Wuelfel, Hannover	各式傳力機件，軸承，考不令，差動齒輪。
Mayer & Schmidt A. G., Offenbach	各種精細圓磨床及汽缸磨床。
Vomag Betriebs A. G., Plauen	立式臥式精細磨床及鑽床。
Paul Forkardt A. G., Düsseldorf	各式軋頭盤。
Adolf Bleichert & Co., Leipzig	各式轉運設備。

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 道門朗公司



## 天津西河鋼橋

該橋有拱  
橋一孔吊  
橋一孔於  
去年年底  
完成其鋼  
料均由本  
公司供給

電 報 上 海 電 話

12980

外灘二十六號

“Dorman”

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

上海江西路  
第四〇六號  
興業大樓

# 中國★新啓★江 南水泥營業總管處

電報掛號

四二〇一

啓新洋灰公司管理華記  
湖北水泥廠出品寶塔牌  
水泥以最新方法製造與  
美國材料試驗學會所定  
標準一律  
國內各埠  
重要工程  
及各鐵路  
各省公路

寶塔牌水泥  
註冊商標

橋樑堤工等著名工程莫  
不採用品質精良歷經上  
海工部局中國工程師學  
會化驗給單證明

## ◁ 營業分處及分銷處所在地 ▷

中國  
啓新  
江西南  
水泥營業南京分管理處

南京鼓樓車站十四號  
電報掛號 三五〇〇

蕪湖元大和號 長街管驛巷口

安慶湧興德號 四牌樓西街

九江華康號 大中路

南昌泰豐號 廣外直冲巷

景德鎮興記號 彭家弄下首

武穴慎記號 西壩街

長沙長慶福號 大西門四十號

(湖南全省分銷)

沙市程煥記鐵號 拖船埠

重慶民生實業公司 模範市場

(四川全省分銷)

中國  
啓新  
江西南  
水泥營業管理處漢口分處

漢口法租界福煦路九號

電報掛號 六〇〇六

# 天源機器鑿井局

江灣水電路朱家宅二號

電話江灣七二二九號

## 最近各地鑿井成績之一斑

本局專營開鑿自流深井及探礦工程局主于子寬兼工程師昔從各國考察所得  
 技術成績優異回國經營十餘載凡鑿本外埠各地工廠學校醫院住宅花園之大  
 小各井皆堅固靈便水源暢潔適合衛生今擬擴充各埠鑿井探礦營業特添備最  
 新式鑽洞機器山石平地皆能鑽成自流深井價格克己如蒙惠顧竭誠歡迎

### 探礦工程

廣東韶關富國煤礦公司

### 機器鑿井工程

廣東中山縣政府  
 廣東中山縣建設局  
 廣州市自來水公司

南京上海銀行  
 南京市政府  
 南京海軍部  
 南京交通部  
 南京中央無線電台  
 上海市公用局  
 上海市衛生局  
 上海市工務局  
 上海英商自來水公司  
 實業部上海魚市場  
 上海海港檢疫所  
 中央研究院  
 松江縣政府  
 大中華洋火廠  
 中興賽璐珞廠  
 海甯洋行蛋廠

屈臣氏汽水廠  
 天一味母廠  
 肇新化學廠  
 泰豐罐頭廠  
 泰康罐頭廠  
 瑞和磚瓦廠  
 順昌石粉廠  
 永和實業廠  
 中國橡膠廠  
 正大橡膠廠  
 大用橡膠廠  
 大達橡膠廠  
 永大橡皮廠  
 華陽染織廠  
 麗明染織廠  
 五豐染織廠  
 美龍酒精廠

開林公司油漆廠  
 永固油漆廠  
 國華染廠  
 光明染廠  
 協豐染廠  
 振華油漆廠  
 崇信紗廠  
 三友社織造廠  
 圓圓紡織公司  
 安祿棉織廠  
 上海印染廠  
 永安紗廠  
 達豐染織廠  
 永安公司  
 新新公司  
 大新公司  
 中英大藥房  
 中國實業銀行  
 百樂門大飯店  
 新亞大酒店  
 新惠中旅館  
 松江新松江社  
 光華大學

震旦大學  
 持志大學  
 勞働大學  
 同濟大學  
 大夏大學  
 復旦大學  
 松江省立中學  
 立達學校  
 中山路平民村  
 蝶來大廈  
 中實新村  
 靜園  
 唐園  
 天保里  
 公益里  
 上海畜植牛奶公司  
 派克牛奶房  
 華德牛奶場  
 美豐染織廠  
 祥昌染織廠  
 元通布廠  
 大上海染織廠

# 中 天 携 帶 電 話



式 25 太

本廠專門製造電話機械業已五載歷  
 承交通部及軍政機關大量採用認爲  
 足可代替舶來 敝廠不敢自滿惟有精  
 益求精以符國家經濟建設之主旨再  
 敝廠現因供不應求特建立新廠增加  
 生產茲爲供給全國需求起見先行分  
 設辦事處如左以便就近接洽

華東辦事處 陳星岩

上海福州路四一七號

電話 八〇一〇一

華南辦事處 潘永照

廣州光復南路啓泰號

華西辦事處 蔣蓮青

重慶城外上張家花園一號

總公司天津特一區二義莊山東路

電話 三〇九八二一

中 天 電 機 廠

經理王汰甄謹啟



# G.E.C.



## The GENERAL ELECTRIC CO. (of CHINA), Ltd.

(INCORPORATED IN ENGLAND)

代理處  
漢口

### 英國通用電器有限公司

分公司

郵政信箱三五〇三號  
電報掛號八七二七

上海寧波路三十二至二十七號  
電話一六八二至五號

天津香港  
大連



上海綸昌染織廠一切電氣設備自發電機起以至電燈爲止均係本公司供給與裝置左圖係紡織機用馬達之一部

凡屬電器電料電機及電氣工程

無論巨細概能承辦倘荷賜顧毋任歡迎





## 鋼心鋁線

因其可靠所以在各種氣候與地形之下均經採用

研究此種照相片時。請注意在加拿大印度與日本等多山國度中，此種鋼心鋁線所需越過之情形。下圖示日本古河電氣工業株式會社二十一英里長之

傳電線。所傳電流計六萬六千弗。電線

架之距離普通為一三一二英尺。其最大

之距離，則為四四一九英尺。採用鋼心

鋁線之結果。可減少重量三分之一，因

兩電線架間之距離較長。架設費亦大可

減低。

鋼心鋁線現在用於全世界者。長達六千

萬英里以上。因其較之普通所用材料。

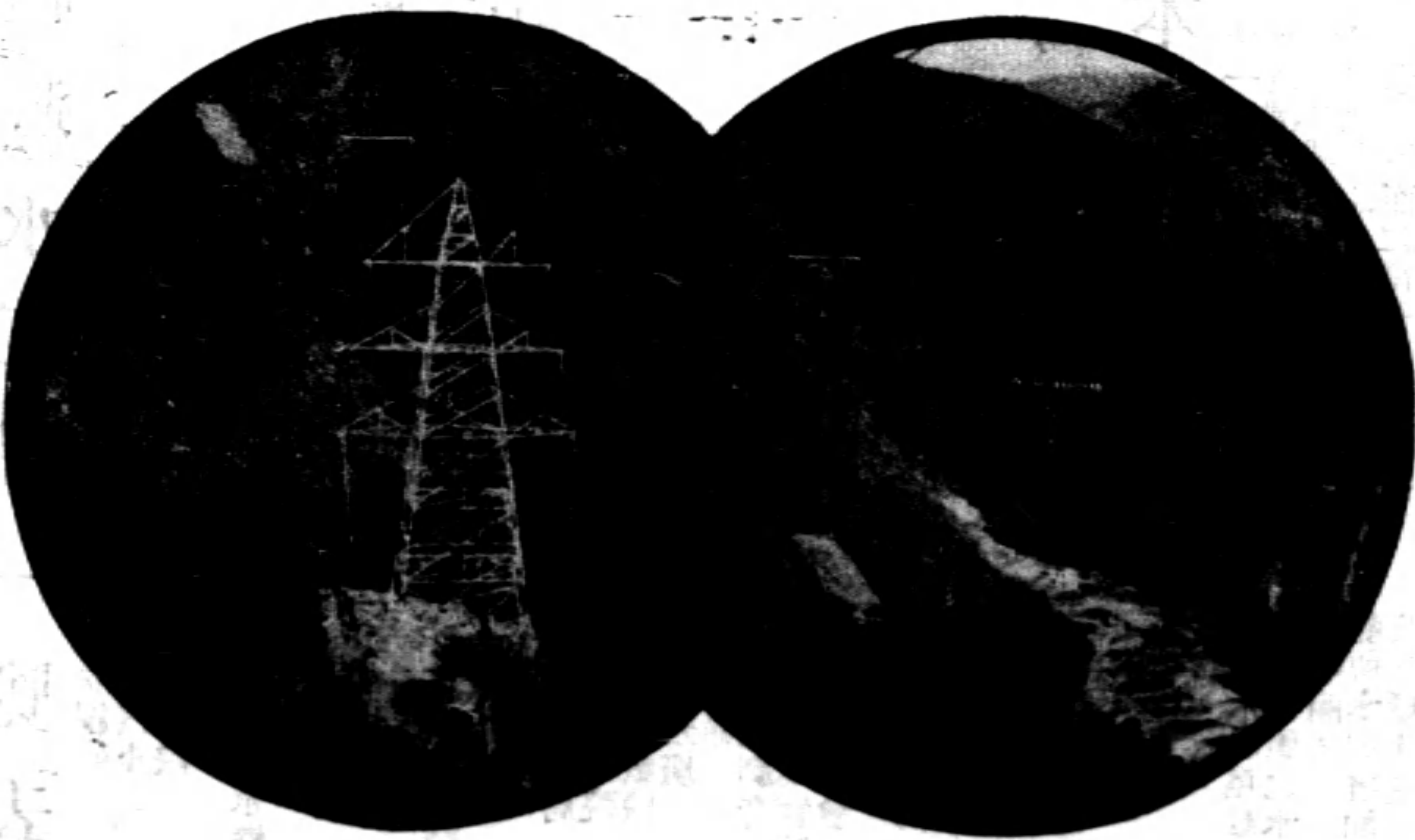
一則重量減輕三分之一。二則堅強增多

三分之一。其足抵抗鏽蝕之能力，其充

分可靠與堅強之品質，以及低廉之架設

費用。蓋使工程家不得不加以鄭重考

慮焉。



——詢請

鋁業有限公司

上海北京路二號  
上海郵政信箱一四三號

(一)



# SOCIETE BELGE DE CHEMINS DE FER EN CHINE

150 Kiukiang Road

Shanghai

**Locomotives and Cars**

**Telegraph and Telephone Equipment**

**Railway Supplies of Every Description**

**Machinery - Tools - Mining Materials**

**Hoists - Cranes - Compressors - Air Tools**

**Structural Steel Bridges**

**Etc.....Etc.....Etc.....**



125-Ton Steam Wrecking Crane

## 比 國 銀 公 司

上海九江路第一五〇號

電話 一 二 一 九 八 號

請 聲 明 由 中 國 工 程 師 學 會 「 工 程 」 介 紹



# 油機滑車汽與油汽牌殼

君使能品物之等最高為  
意滿為最駛行車汽之

## (油 柏) 青 瀝

用等電走免避屋蓋路鋪為

## 油 機 滑

用應上器機廠工船輪凡  
備均級各油機滑之

## 水 香 松 質 礦 牌 殼

品替代油節松之濟經最效有最為

## 油 柴

爐油燒及燒燃部內擊引為  
用之管汽熱蒸與鍋



# 開灤 耐火磚

遠東唯一耐火材料

最可靠 最經濟

火度準確 經久耐用

為英國缸磚學會所定標準出品

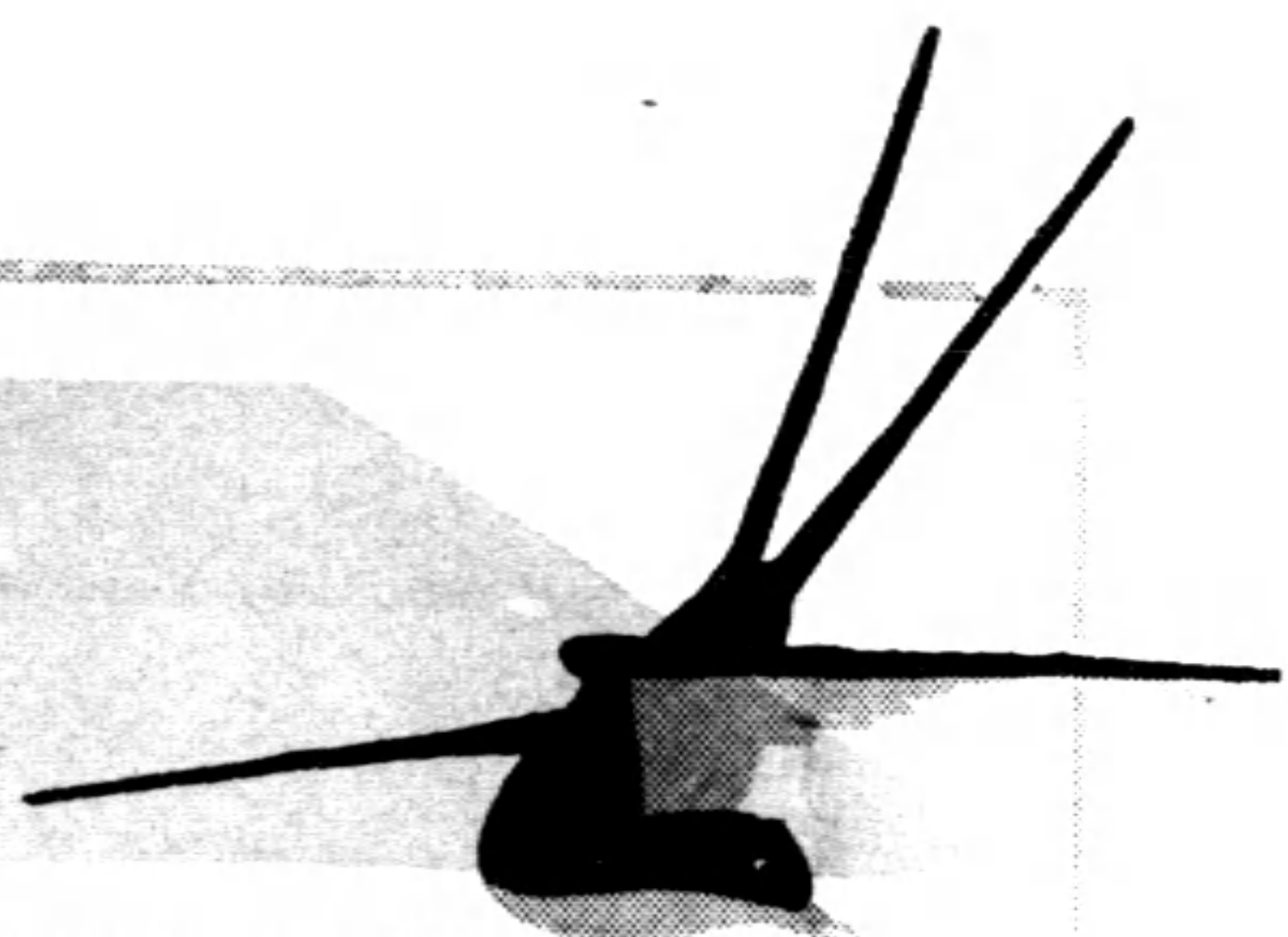
是二十餘年研究之結晶

非短時期所能成功

開灤售品處

上海四川路三十三號  
電話一五二五三

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

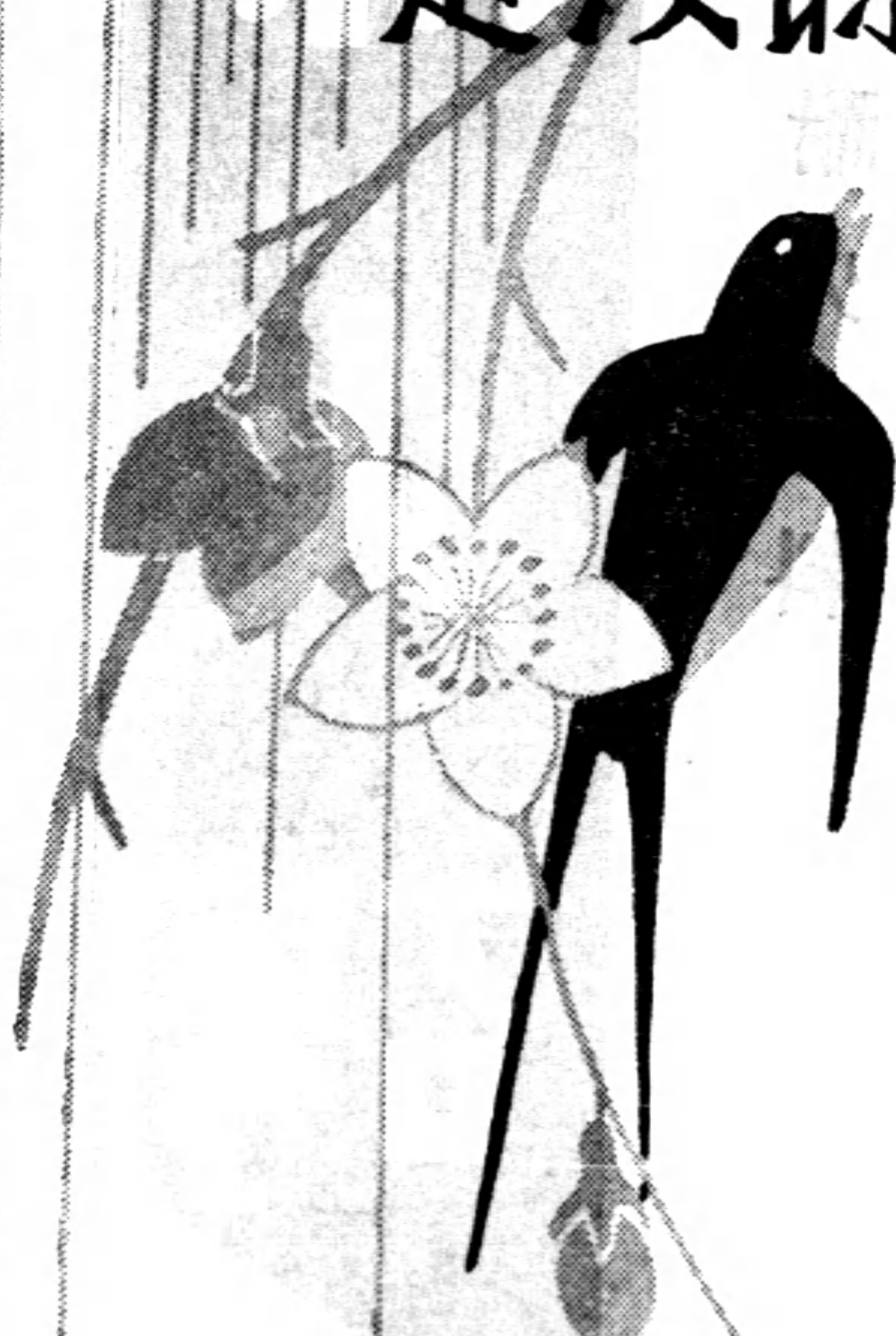


登是 山臨水探幽攬勝  
人生最大的快樂

陽春佳日結伴旅行  
是及時行樂的妙法

下列名勝 不可不遊

總理陵園(南京)	金山焦山(鎮江)
瘦西湖(揚州)	太湖鼇頭渚(無錫)
虎邱天平山(吳縣)	鐵路花園飯店(青陽港)
佘山(松江)	南湖煙雨樓(嘉興)
西湖(杭州)	鐵路旅館(莫干山)



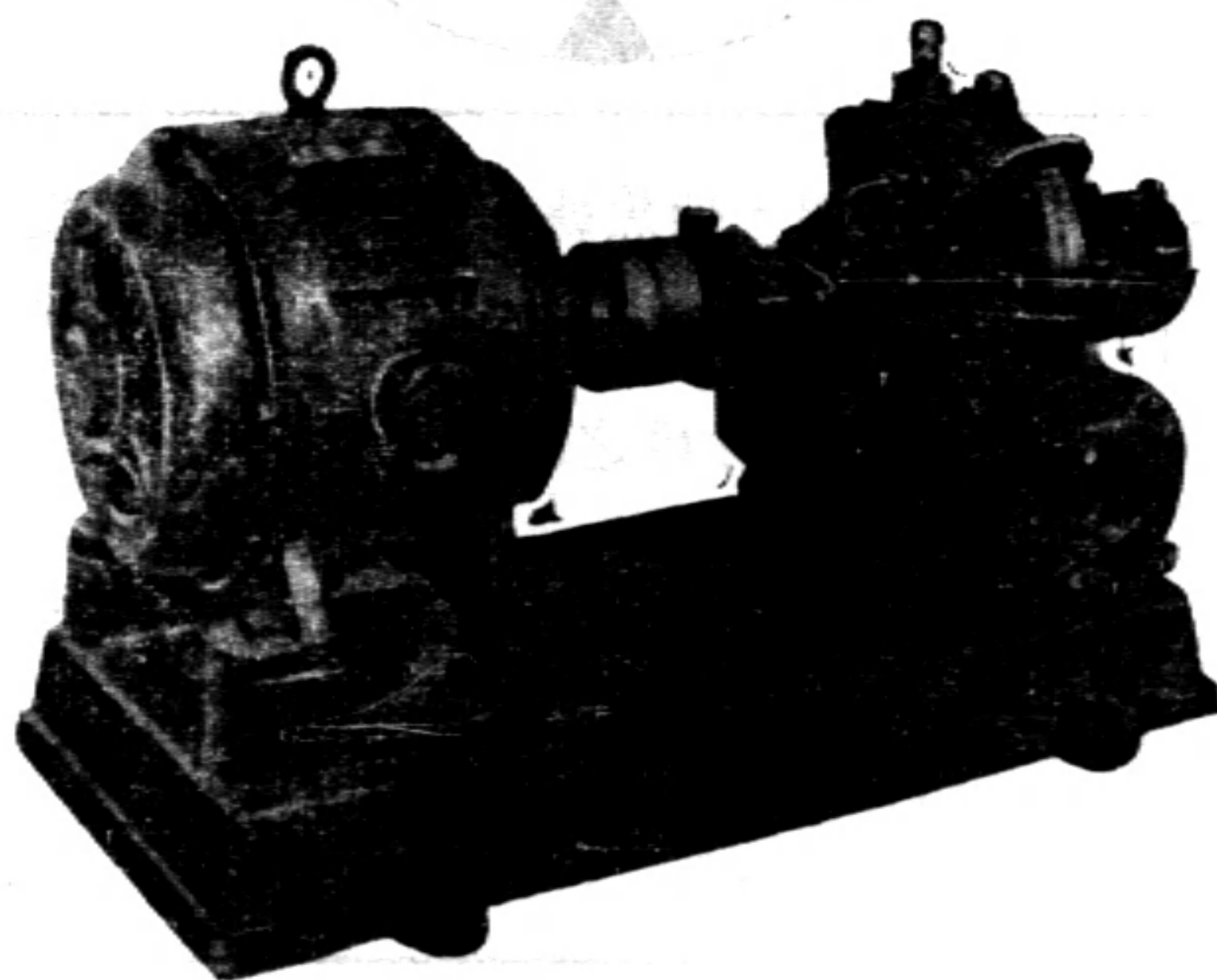
京滬滬杭甬鐵路管理局啟

# 抽水機之用途

輸	冷	建	給	農
送	却	築	水	田
液	應	工	設	灌
體	用	程	備	溉

如有問題？請速詢問

## 新中工程股份有限公司



十  
十二  
十四  
吋  
三  
種

螺旋式

低  
中  
高  
壓  
壓  
壓  
三  
種

離心式

事務所

上海江西路三七八號

電話一九八二四

製造廠

開北寶昌路嚴家閣

電話開北四二二六七



### 其他出品

柴油引擎 ● 壓氣機 ● 碾米機  
鋼鐵建築 ● 工程設計

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# NORTH WESTERN INDUSTRIAL CO.

## 西北實業公司



山西太原北肖牆一號

電報掛號 六〇〇七

駐津辦事處 獅頭牌高級洋灰

西安辦事處

天津英租界海大道五十二號

西安中正門

### 品質優良

粉末——微細  
 強力——堅大  
 成分——保險  
 色彩——鮮美



### 設備完善

機器——最新式乾  
 濕兩用製造機  
 技術——專家精製  
 原料——優良國產品

耐火坩堝：一專門供給煉鐵爐，煉焦爐，煉鋼爐，碾鋼爐，洋灰燒成窯之用。

耐火砂磚：一專門供給煉鋼馬丁爐，煉鋼反射爐及煉焦爐之用。

### 各種耐火材料之耐火度及比重

品別	普通耐火磚	一等耐火磚	二等耐火磚	硅石磚	高酸性磚
耐火度	S.K.28 (1630°C)	S.K.33強 (1730°C以上)	S.K.32 (1710°C)	S.K.3 (1730°C)	S.K31
比重	2.24	2.52	2.54	2.18	2.4

### 本公司出品要目

獅頭牌高級洋灰  
 各種耐火坩堝砂磚  
 八卦酒精興農油  
 三晉牌呢絨嘜  
 印刷紙包裝紙  
 各類煤炭  
 輕重機器零件  
 飛艇牌火柴  
 皮革製品  
 農工器具  
 鐵工用具  
 精印書報單據證券

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹



# 膠濟鐵路行車時刻表 民國二十五年六月一日改訂實行

下行列車					上行列車				
站名	到	列車次數			站名	到	列車次數		
		二次各等	三次	二次各等			二次各等	三次	二次各等
青島	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
四方	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
滄口	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
姑蘇	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
南陽	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
藍村	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
膠州	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
芝蘭	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
高密	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
家莊	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
塔耳	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
黃埠	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
嶺南	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
嶺北	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
坊子	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
二十里堡	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
大埠	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
昌樂	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
楊家莊	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
青島	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
辛店	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
張店	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
周村	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
大王	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
明村	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
東村	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
南村	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
藍村	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
南陽	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
藍村	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
膠州	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
芝蘭	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
高密	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
家莊	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
塔耳	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
黃埠	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
嶺南	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
嶺北	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
坊子	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
二十里堡	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
大埠	開	...	...	...	北平	開	...	...	...
昌樂	開	...	...	...	黃河	開	...	...	...
楊家莊	開	...	...	...	濟南	開	...	...	...
青島	開	...	...	...	北平	開	...	...	...





# 工 程 年 曆

## 中 華 民 國 2 6 年

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
○								1 213					○
1		1 32	1 60					2 214			1 305		1
2		2 33	2 61			1 152		3 215			2 30		2
3		3 34	3 62			2 153		4 216	1 244		3 317	1 335	3
4		4 35	4 63	1 91		3 154	1 182	5 217	2 245		4 308	2 336	4
5	1*	5 36	5 64	2 92		4 155	2 183	6 218	3 246	1 274	5 309	3 337	5
6	2	6 37	6 65	3 93	1 121	5 156	3 184	7 219	4 247	2 275	6 310	4 338	6
○	3	7 38	7 66	4 94	2 122	6 157	4 185	8 220	5 248	3 276	7 311	5 339	○
1	4	8 39	8 67	5 95	3 123	7 158	5 186	9 221	6 249	4 277	8 312	6 340	1
2	5	9 40	9 68	6 96	4 124	8 159	6 187	10 222	7 250	5 278	9 313	7 341	2
3	6	10 41	10 69	7 97	5* 145	9 160	7 188	11 223	8 251	6 279	10 314	8 342	3
4	7	11 42	11 70	8 98	6 146	10 161	8 189	12 224	9 252	7 280	11 315	9 343	4
5	8	12 43	12* 71	9 99	7 147	11 162	9 190	13 225	10 253	8 281	12* 316	10 344	5
6	9	13 44	13 72	10 100	8 128	12 163	10 191	14 226	11 254	9 282	13 317	11 345	6
○	10	14 45	14 73	11 101	9 129	13 164	11 192	15 227	12 255	10* 283	14 318	12 346	○
1	11	15 46	15 74	12 102	10 130	14 165	12 193	16 228	13 256	11 284	15 319	13 347	1
2	12	16 47	16 75	13 103	11 131	15 166	13 194	17 229	14 257	12 285	16 320	14 348	2
3	13	17 48	17 76	14 104	12 132	16 167	14 195	18 230	15 258	13 286	17 321	15 349	3
4	14	18 49	18 77	15 105	13 133	17 168	15 196	19 231	16 259	14 287	18 322	16 350	4
5	15	19 50	19 78	16 106	14 134	18 169	16 197	20 232	17 260	15 288	19 323	17 351	5
6	16	20 51	20 79	17 107	15 135	19 170	17 198	21 233	18 261	16 289	20 324	18 352	6
○	17	21 52	21 80	18 108	16 136	20 171	18 199	22 234	19 262	17 290	21 325	19 353	○
1	18	22 53	22 81	19 109	17 137	21 172	19 200	23 235	20 263	18 291	22 326	20 354	1
2	19	23 54	23 82	20 110	18 138	22 173	20 201	24 236	21 264	19 292	23 327	21 355	2
3	20	24 55	24 83	21 111	19 139	23 174	21 202	25 237	22 265	20 293	24 328	22 356	3
4	21	25 56	25 84	22 112	20 140	24 175	22 203	26 238	23 266	21 294	25 329	23 357	4
5	22	26 57	26 85	23 113	21 141	25 176	23 204	27 239	24 267	22 295	26 330	24 358	5
6	23	27 58	27 86	24 114	22 142	26 177	24 205	28 240	25 268	23 296	27 331	25 359	6
○	24	28 59	28 87	25 115	23 143	27 178	25 206	29 241	26 269	24 297	28 332	26 360	○
1	25	29 88	26 116	24 144	28 179	26 207	26 207	30 242	27 270	25 298	29 333	27 361	1
2	26	30 89	27 117	25 145	29 180	27 208	27 208	31 243	28 271	26 299	30 334	28 362	2
3	27	31 90	28 118	26 146	30 181	28 209	28 209		29 272	27 300		29 363	3
4	28		29 119	27 147		29 210	29 210		30 273	28 301		30 364	4
5	29		30 120	28 148		30 211	30 211			29 302		31 365	5
6	30			29 149		31 212	31 212			30 303			6
○	31				30 150					31 304			○
1					31 151								1

## 中國工程師學會新出版廣告刊物

**工程年曆** 民國26年 式樣如上

每張2分，10張15分，郵費外加。

**工程單位精密換算表** 半張報紙尺

寸，雙面印。

共12表，1.長度，2.面積，3.容積，4.重量，5.速率，6.壓力，7.能與熱，8.工率，9.流率，10.長重，11.密度，12.溫度。

有精密蓋氏對數。張延祥編，吳承洛校。每張5分，10張35分，100張2.50元，郵費外加，極合辦公室及繪圖室中懸掛於牆壁之用。

**中國工程紀數錄** 民國26年1月初版

全係數表紀錄，為參考檢查全國工程建設，唯一之手冊及年刊。

共12編，1.鐵道，2.公路，3.水利，4.電力，5.電信，6.機械，7.航空，8.鑛冶，9.化工，10.教育，11.雜項，12.附錄

版式與「工程」大小相同，共200餘頁，張延祥編  
定價每冊六角，郵費二分半。

上海南京路大陸商場五樓 電話：92582  
中國工程師學會發行

# THE JOURNAL OF ENGINEERS

## THE CHINESE INSTITUTE OF ENGINEERS

FOUNDED MARCH 1925—PUBLISHED BI-MONTHLY

OFFICE: Continental Emporium, Room No. 542. Nanking Road, Shanghai.

中華民國二十六年四月一日出版  
工程第十二卷第二號

編輯人 沈鈞怡  
發行人 裘鈞怡

發行所 中國工程師學會  
上海南京路大陸商場西二號  
電話九二五八二號

印刷者 中國科學公司  
上海四馬路生活書店  
電話七四五七七號

分售處  
上海徐家匯蘇新書社  
上海四馬路作者書社  
上海四馬路上海雜誌公司  
南京正中書局南京發行所  
濟南芙蓉街教育圖書社  
南昌民德路科學儀器館南昌發行所  
南昌 南昌書店  
廣州永漢北路上海什錦公司  
廣州分店  
重慶今日出版合作社  
成都開明書店  
長沙金城圖書公司

定報處 上海南京路大陸商場  
五四二號

收稿處 中國工程師學會刊經理處  
上海本會編輯部

會員及定戶通訊 凡會員或定戶更改地址或有寄報遺失等情請即函知上海本會

交換書報 凡欲與本刊交換者請向上海本會圖書室接洽並請先寄樣本交換書報概請逕寄上海本會圖書室收

### 廣告價目表

ADVERTISING RATES PER ISSUE

地位 POSITION	全面每期 Full Page	半面每期 Half Page
底封面外面 Outside back cover	六十元 \$60.00	
封面及底面之裏面 Inside front & back covers	四十元 \$40.00	
普通地位 Ordinary Page	三十元 \$30.00	二十元 \$20.00

廣告概用白紙。繪圖刻圖工價另議。連登多期價目從廉。欲知詳細情形。請逕函本會接洽。

### 本刊價目表

全年六册零售 每册定價四角  
每册郵費 本埠五分 國外四分

全年六册	半年三册	預定册數	書價	郵費
二元一角	一元一角	本埠	國內	五分
二元二角	一元二角	國內	國內	四分
四元二角	二元三角	國外	國外	五分

新加坡及日本照國內 香港澳門照國外

久 悠 史 歷 業 企 資 獨

# 廠 船 造 之 塢 船 有 設

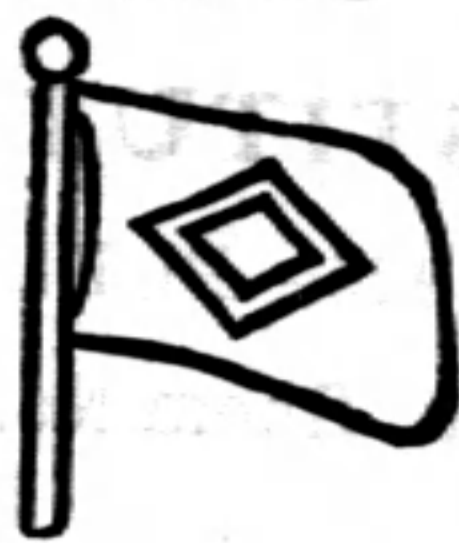
製 造 總 廠 船 塢 浦 東 白 蓮 涇 口 電 話 浦 東 十 三 號

總 經 理 海 上 公 司 旗 幟 遺 召 廠 船 造 器 機 茂 公

平 安 協 記 航 業 公 司 北 京 路 五 〇 六 號 電 話 特 區 九 一 五 二 一

電 報 掛 號 六 九 六 一

塢 船 安 平



◀ 年 四 十 緒 光 清 遜 于 始 創 ▶

績 成 來 歷                      目 項 務 業                      備 設 有 現

重 造 川 江 淺 水 船 長 虹 民 聯 貳 艘	重 造 申 沙 通 揚 纜 寶 華 大 通 貳 艘	會 造 內 河 纜 輪 船 多 艘	會 造 甬 臨 纜 平 陽 新 寶 華 輪 貳 艘	會 造 申 台 纜 大 華 輪 壹 艘	會 造 遠 洋 纜 新 平 安 輪 壹 艘	電 鈔 工 程	結 構 工 程	造 船 工 程	造 機 工 程	碼 頭 浦 面 可 繫 江 海 輪 船 五 艘	造 船 台 塢 可 造 三 〇 呎 左 右 船 舶	機 械 設 備 可 造 三 〇 呎 左 右 船 舶	滑 軌 壹 所 可 拖 三 〇 噸 以 上 船 舶	船 塢 壹 所 可 容 三 〇 呎 長 船 舶
---------------------------	---------------------------	-------------------	---------------------------	---------------------	-----------------------	---------	---------	---------	---------	-------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	-------------------------

# SKF

## 鋼 珠 軸 領

## 羅 勒 軸 領

### 上 海 維 昌 洋 行 經 理

江 西 路 一 七 〇 號

電 話 一 一 三 三 〇

請 聲 明 由 中 國 工 程 師 學 會 [工 程] 介 紹



## “LEITZ” PROFILE PROJECTOR

For testing the accuracy of the form of small manufactured parts. It projects silhouettes of such objects, magnified as required, thus permitting of highest precision in checking the outlines rapidly.

Widely used in industries and laboratories.

## 徠資繪圖投影器

為試驗小製造品形狀之準確。所投各物體之影，可以放大。使人由其表現上，立刻複查出最精密之結果。工業界及實習界，用之最為相宜。

**興華** SCHMIDT & CO. LTD. **公司**  
SHANGHAI—NANKING

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# SULZER BROTHERS

SHANGHAI ENGINEERING OFFICE  
34 Avenue Edward VII

Telephone 16512

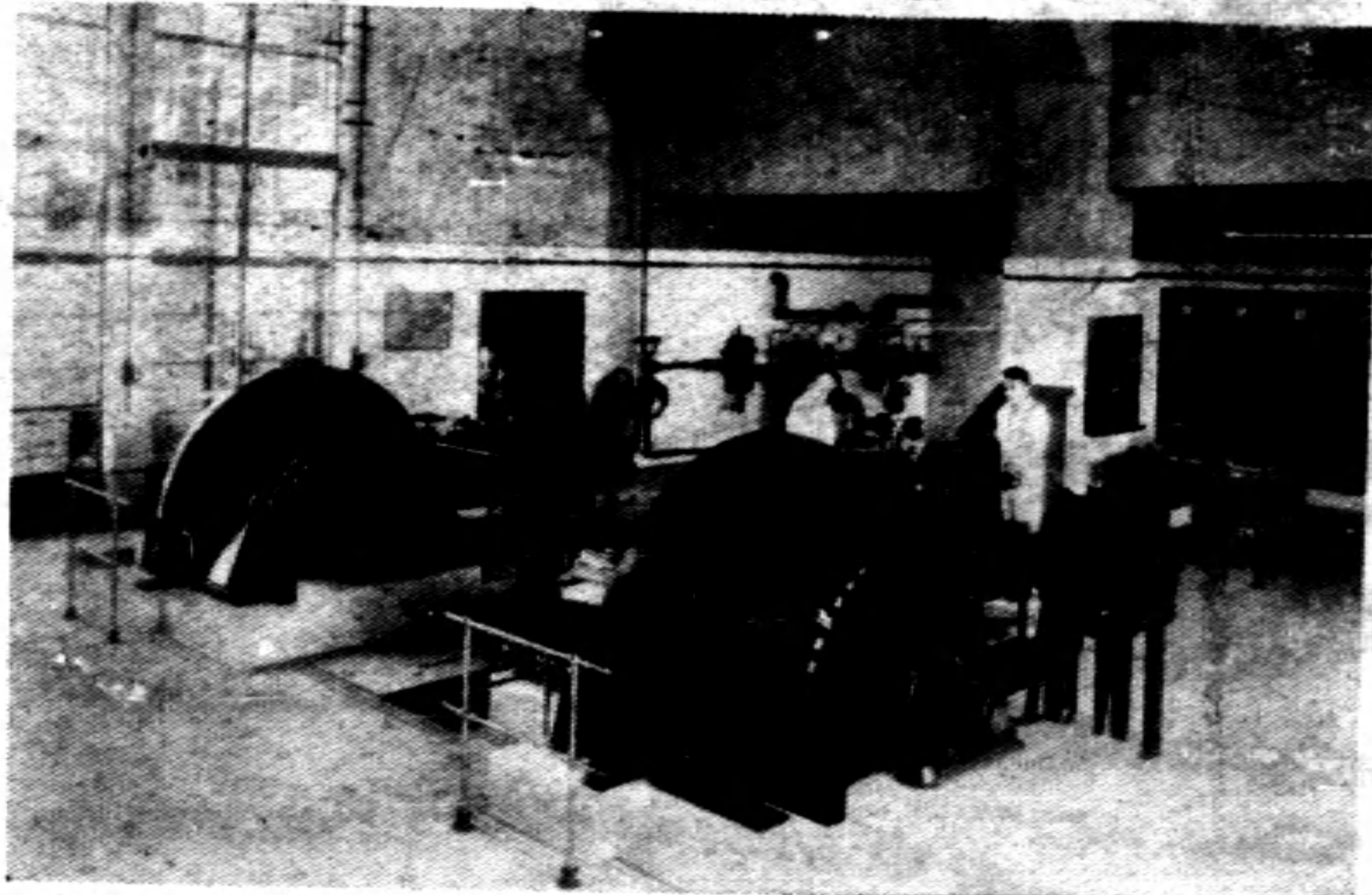
Cable Address

'Sulzerbros'

蘇爾壽 工程事務所  
上海愛多亞路三十四號

▲本廠出品▼

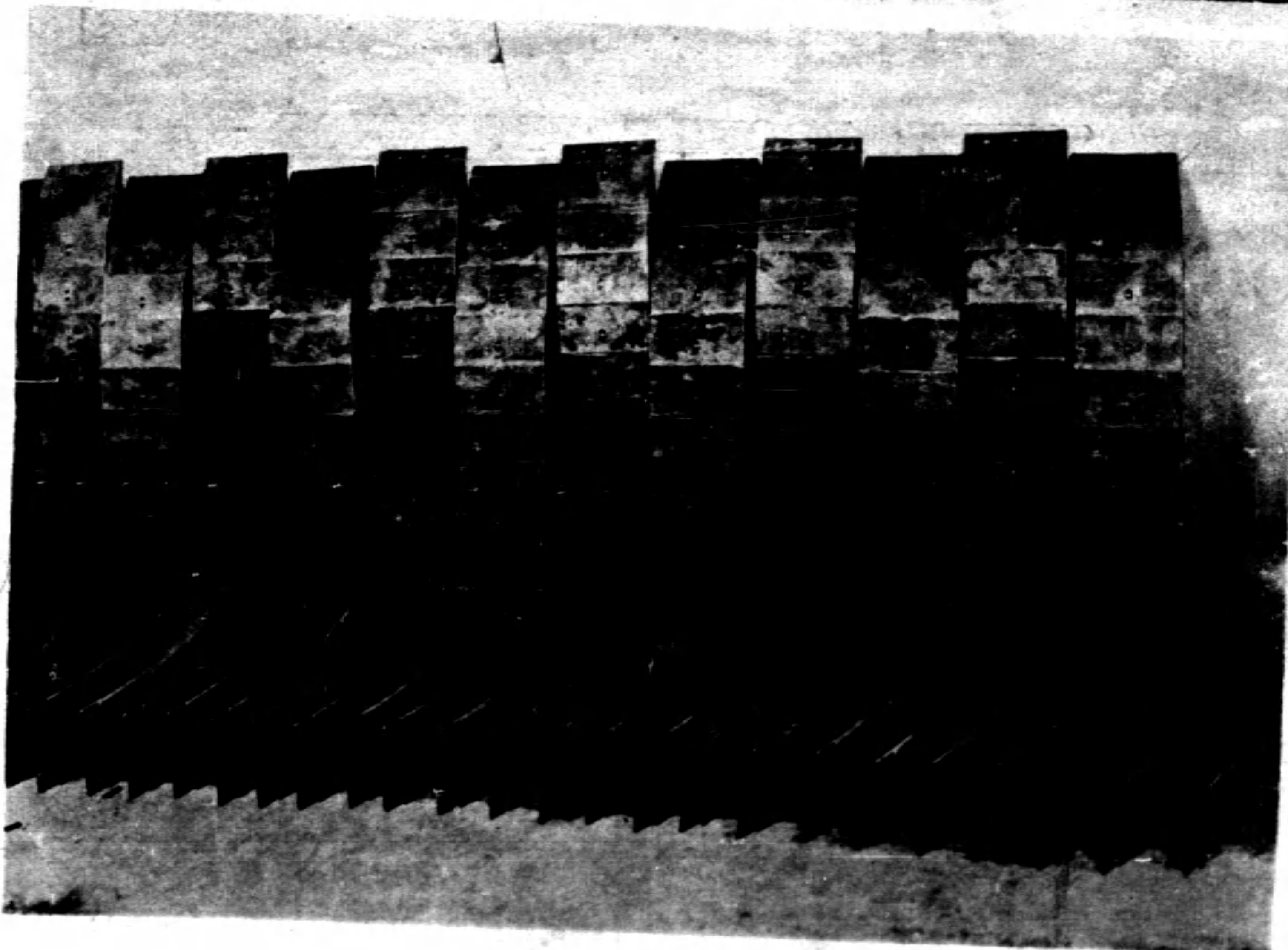
單流式蒸汽引擎 · 小號透平機 · 直  
立式水管爐子 · 離心力抽水機 · 器 · 直  
風箱 · 陸用與船用狄瑞爾引擎 · 器 · 直  
藏兼造冰機器 · 空氣調節設備 · 器 · 直  
克齒輪等 ·



Sulzer Refrigerating Plant (2x270000 cal./h. at -13°+4°C)  
Installed at the Union Brewery in Shanghai

上海啤酒公司內設  
蘇爾壽 冷氣機器二部  
每小時能發二七〇〇〇〇熱

## WINTERTHUR. SWITZERLAND.



上圖示隴海鐵路頭等客車彈簧

車輛彈簧，非經過適當之熱處理，不能合用。本場所有淬硬，退火，回火等設備，頗稱完善；除供研究用外，兼受國內各工廠委託，代做熱處理工作。上圖為隴海鐵路頭等客車彈簧之已經過熱處理者。

國立中央研究院工程研究所  
鋼鐵試驗場

上海白利南路愚園路底

電話二〇九〇三