

年

卷

期

12

3

第

第

閱 贈
GIFT

工 程

第十二卷第三號 二十六年六月一日



連 續 架 之 圖 解 通 法
廣 州 市 自 來 水 工 程 之 改 進
電 解 河 東 鹽 製 造 苛 性 鈉
德 國 鋼 鐵 工 業 技 術 之 演 進
蘇 導 淮 入 海 工 程 經 過 實 況
倫 敦 港 之 改 良 與 擴 大

PLEASE EXCHANGE

換 交 請

中國工程師學會發行

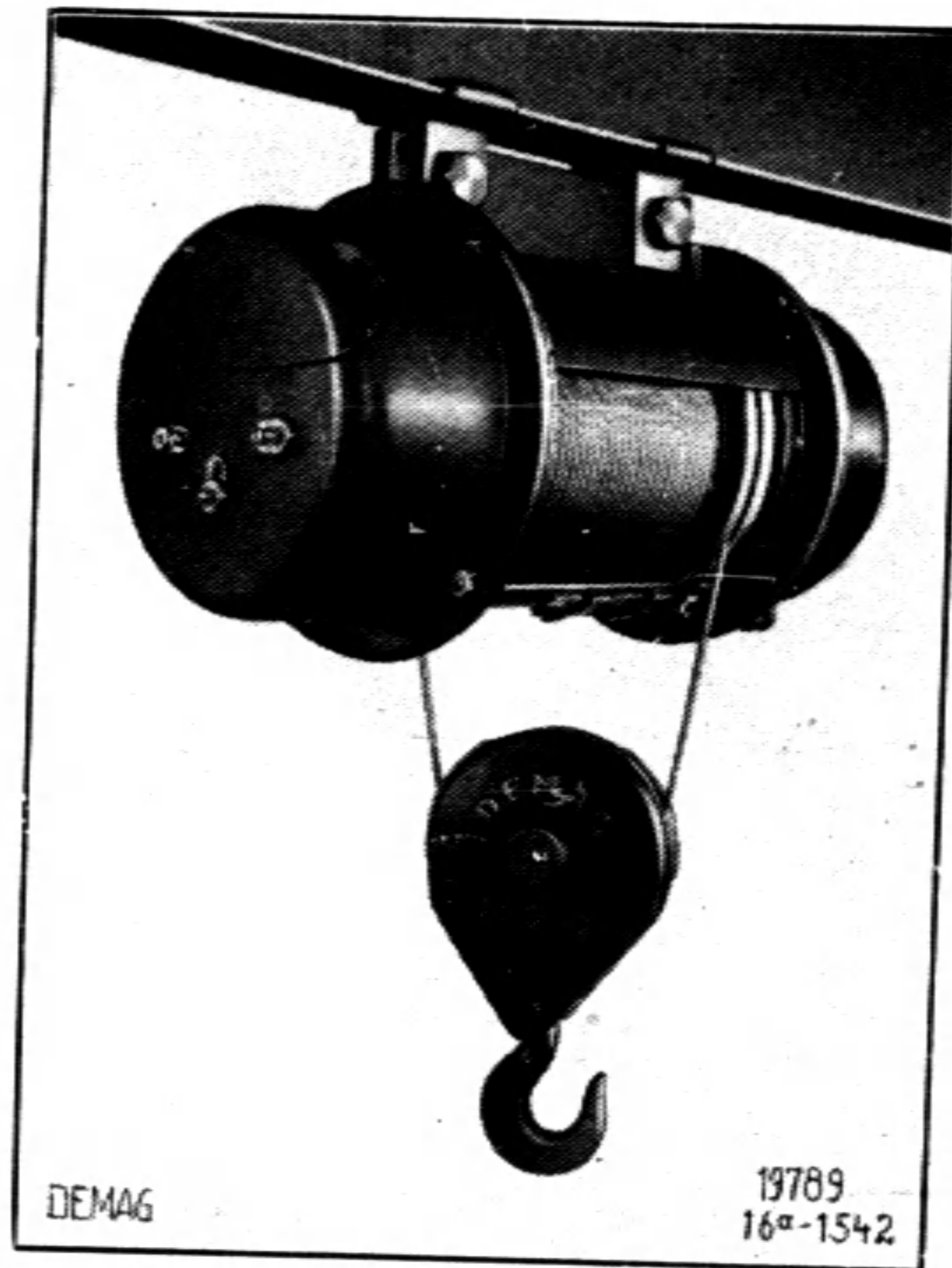
中華民國二十六年六月一日

國立北平圖書館藏

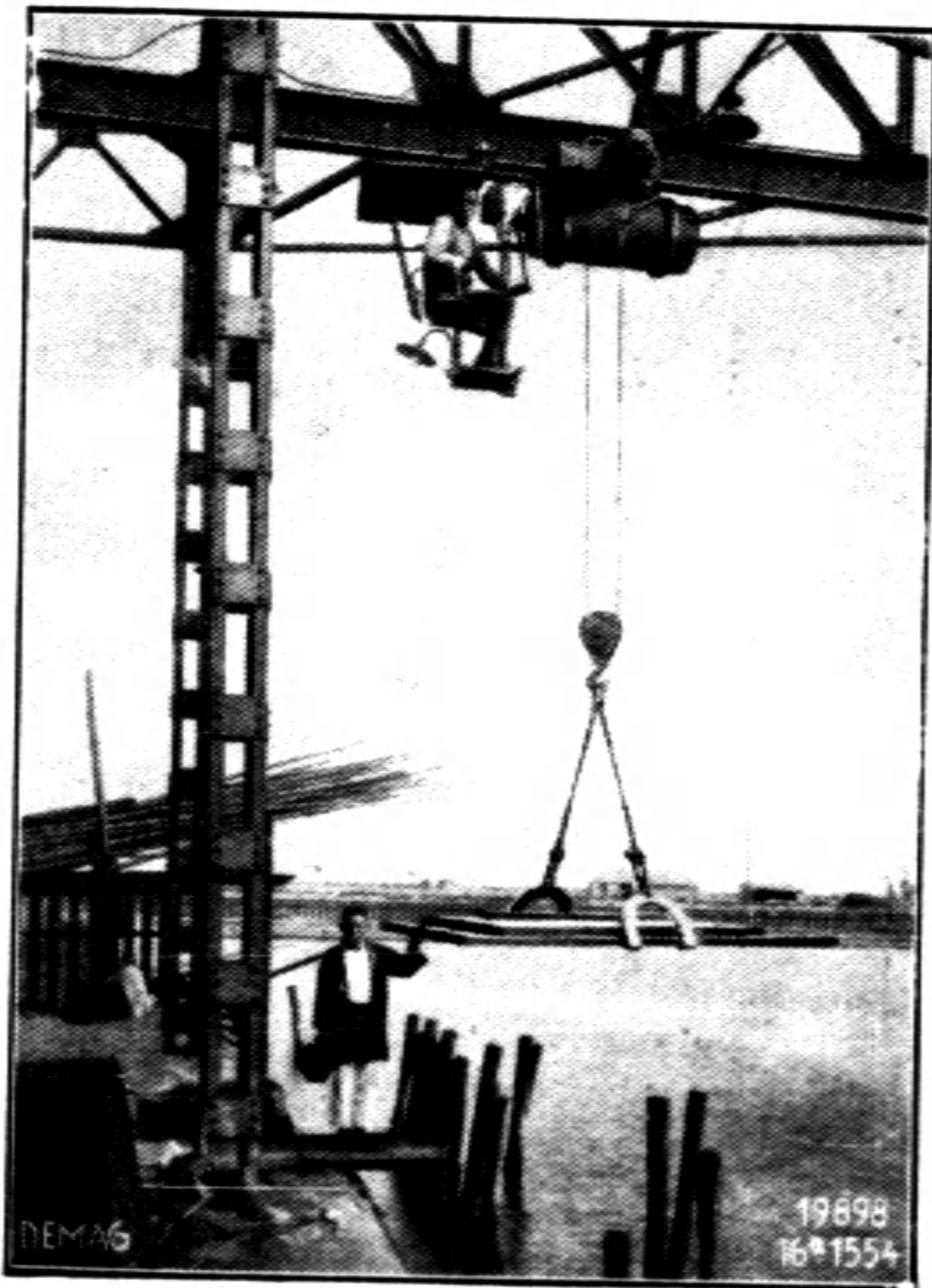
DEMAG

台麥格電力吊車

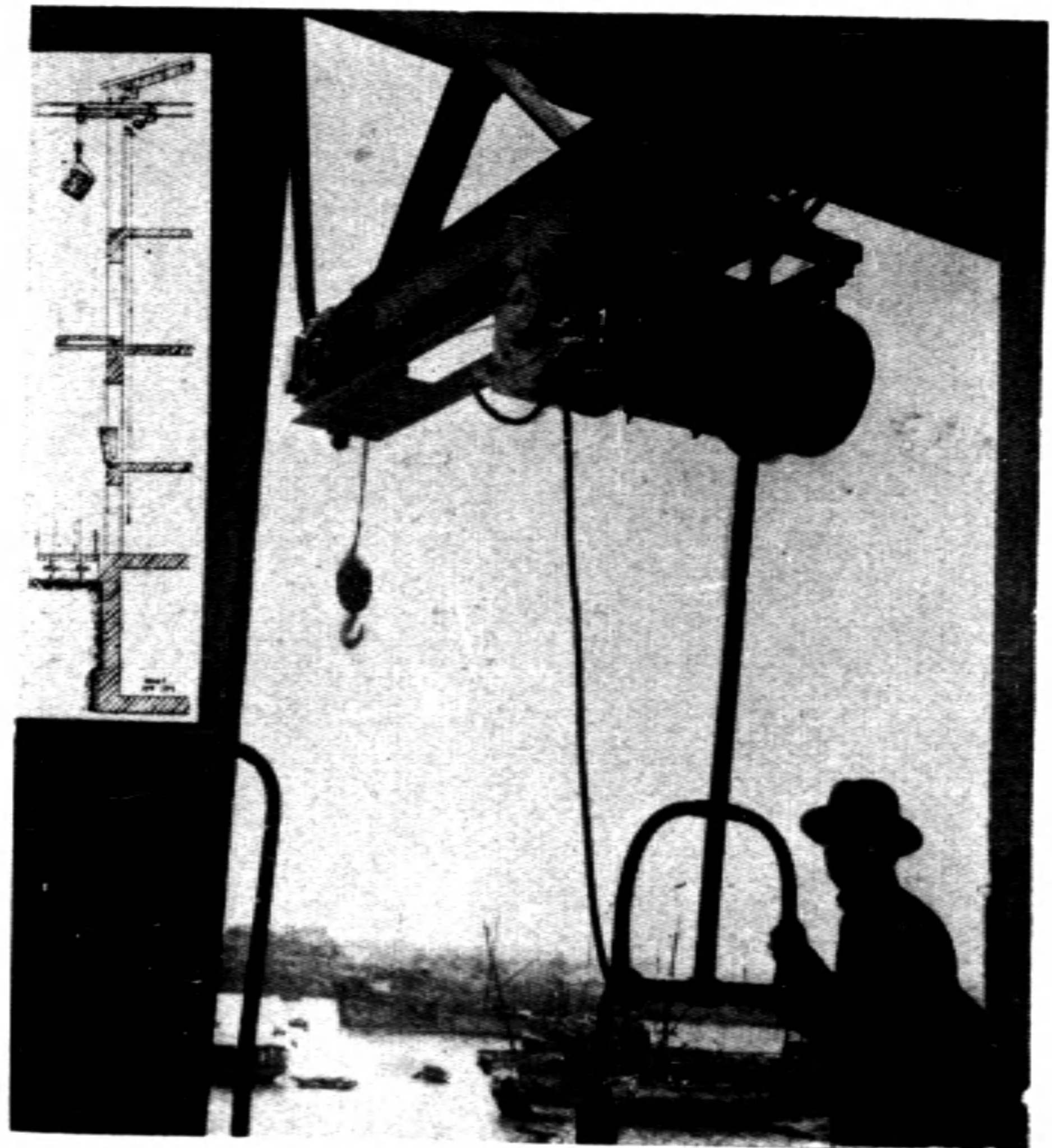
為合理化之起重及搬運貨物之機械備
有各種大小之能力適合于各種用途連



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



貨棧用電力吊車



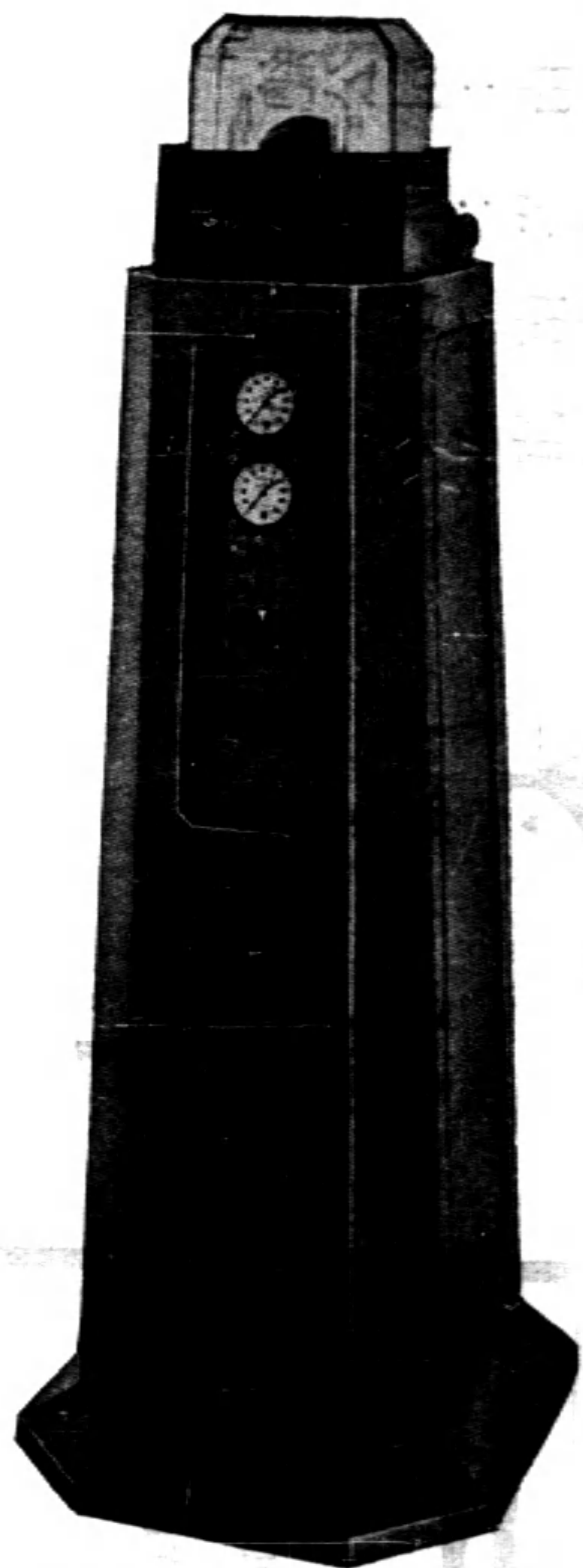
裝設用電力吊車

上海江西路一三八號
謙信機器有限公司
電話 一三五九〇號

獨家經理

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

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

上海英商自來水公司(十七座)
 上海法商自來水廠(九座)
 上海開北水電公司水廠(五座)
 上海內地自來水公司(八座)
 南京市自來水廠
 杭州市自來水廠
 廣州市自來水廠
 澳門自來水廠
 北平自來水公司
 天津萬國體育會游泳池
 秦皇島開灤礦務局水廠
 漢口機器製冰廠等等
 用戶衆多因限於篇幅恕不備錄

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

THE KOW KEE TIMBER CO., LTD. AND SAW MILL.

上海

久記木材公司

*Dealers of all kind of Constructional,
Railroad & Mining Timbers.*
Head Office: 217, Machinery Street, Nantao.
Town Office: 169 Yuen Ming Yuen Road,
Shanghai.

本公司開設上海五十餘年專營本
國及各國木材如——

- 檜木 · 柳安 · 洋松 · 銅抄 · 鐵抄
- 及各種硬木 · 松 · 杉 · 等木 ·
- 方料圓料 · 橋樑大料 · 鐵路道木
- 廣木 · 膠板 ····· 等等應有盡有
- 千百萬尺常備 · 並自備機器鋸
- 木 · 價目公道 · 運送迅速如蒙

賜顧無不竭誠歡迎

地址

- 東 棧：浦東龍華嘴
- 北 棧：南市董家渡

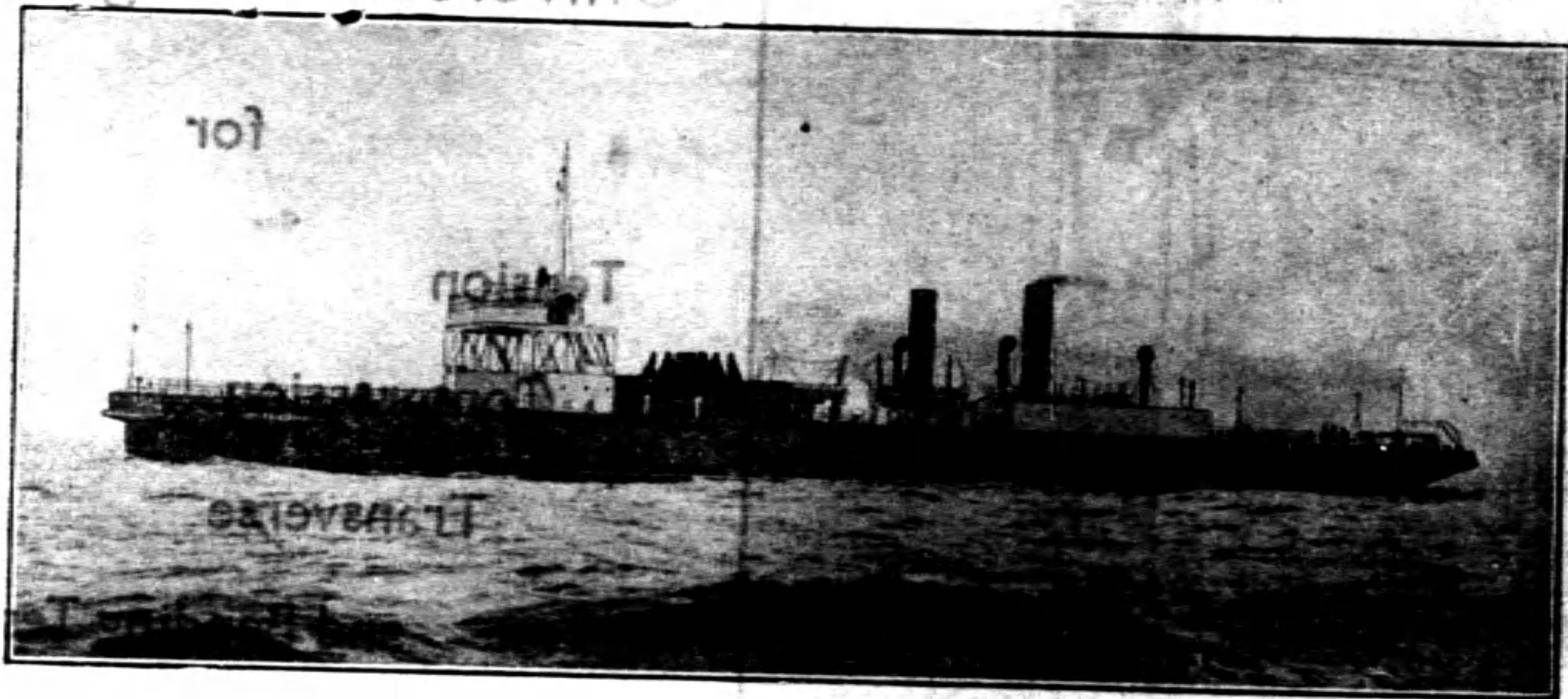
事務所：英租界圓明園路一六九號
總公司：南市機廠街二一七號

Telegraph Address:
"KOWKEE" 文 英
"2605" 文 中
Telephones:—
16270 界 租
22025 市 南
21988 市 南

電報掛號 電話

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

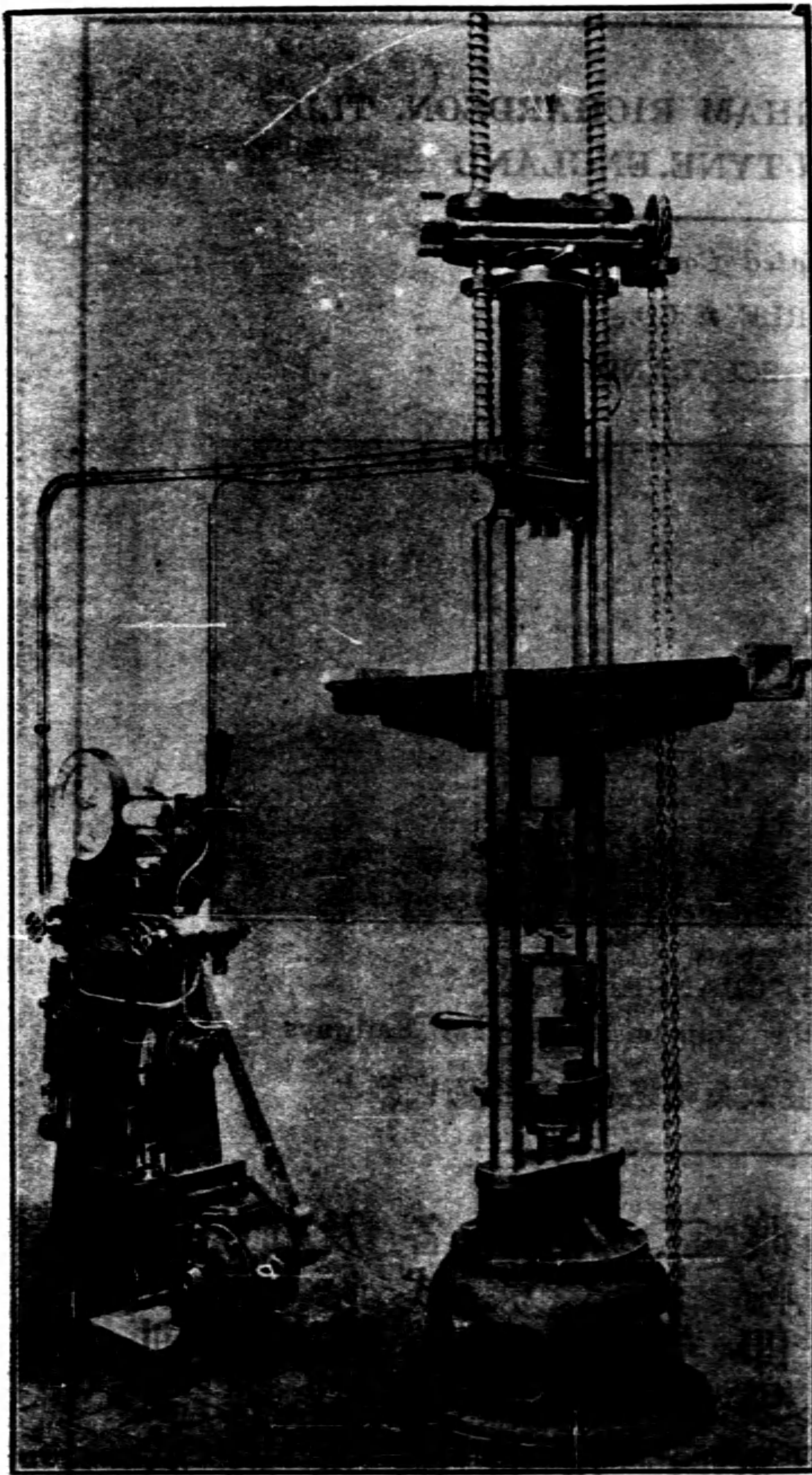
地點——英國新堡

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 英商馬爾康洋行

上海 香港



Amsler

20 Tons

Universal Testing Machine

for

Tension

Compression

Transverse

and Bending Tests.

Type 20 SZBDA 57

Sole Agents

SIBER HEGNER & CO. LTD.

SHANGHAI

挨姆斯拉出品之一——念噸統用試驗機

瑞士挨姆斯拉廠專製各種材料試驗機以及各種試驗儀器等準確精細堅固耐用全球稱譽國內各大機關及各大學校均已先後採購推為現代工業檢驗最準確之利器如蒙賜顧無任歡迎

中國總經理 瑞商華嘉洋行 上海圓明園路九七號



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



上海江西路
第四〇六號
興業大樓

中國★新啓★江 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

寶塔牌

註冊

標準一律

國內各埠

重要工程

及各鐵路

各省公路

水泥商標



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
江蘇
南京
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
江蘇
漢口
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

請 聲 明 由 中 國 工 程 師 學 會 「 工 程 」 介 紹

請 代 理 工 程 師 學 會 中 國 工 程 師 學 會

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

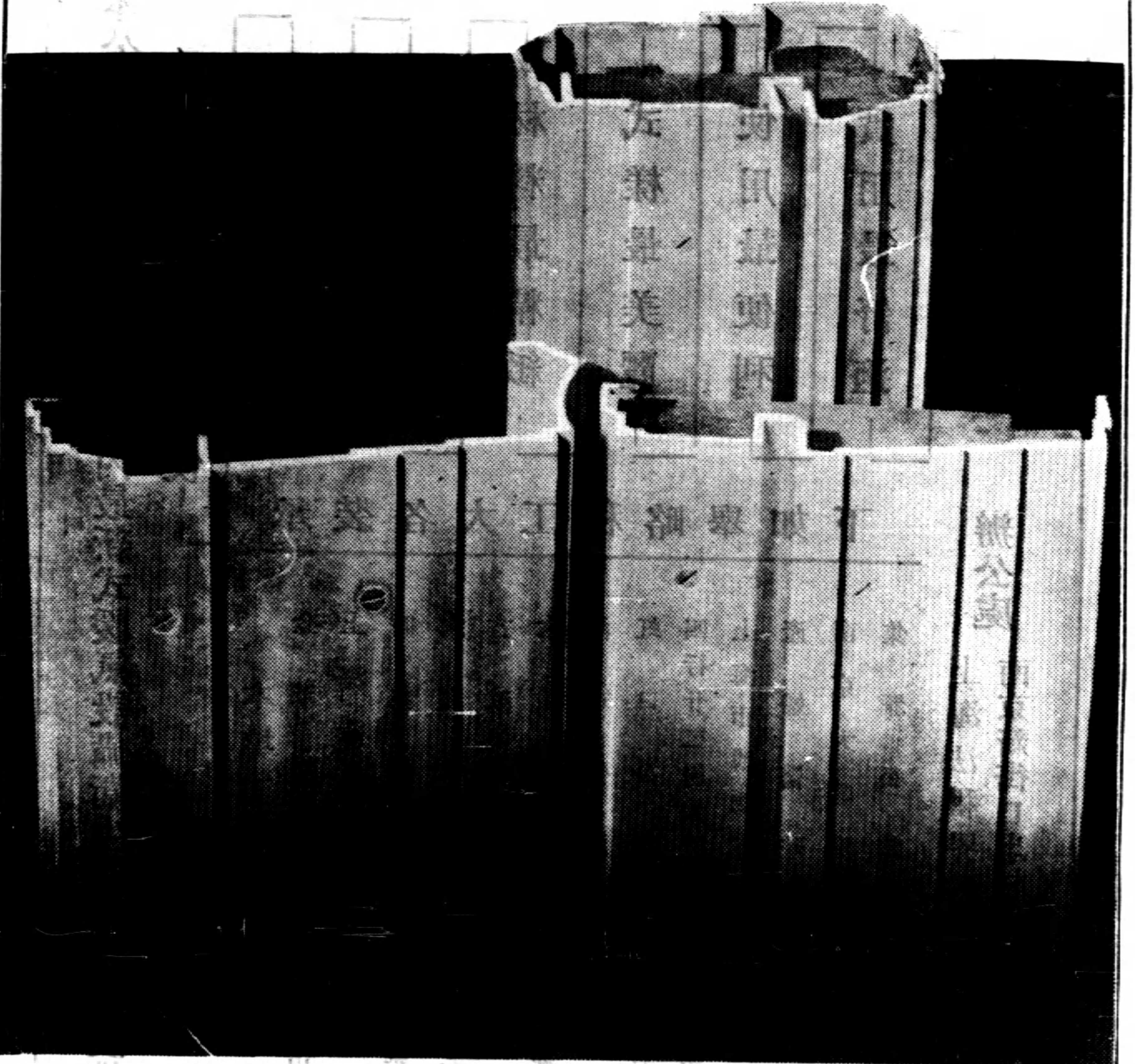
本埠工程		外埠工程	
金城銀行	上海	中山紀念堂	廣州
上海造幣廠	上海	交通部(慈悲社)	南京
時兆報館	上海	建設委員會	南京
大夏大學	上海	司法院司法行政部	南京
古拔公寓	上海	西冷飯店	杭州
大陸商場	上海	首都大戲院	南京
海軍醫院	上海	海軍部	南京
虹口公寓	上海	浙省電話總局	杭州
四行廿二層大廈	上海	金陵女子大學	南京
上海市博物館	上海	蘭園新村	南京
產婦醫院	上海	雷電營校	南京
南京大戲院	上海	中國旅行社招待所	西安
集雅公寓	上海	西北農林專科學校	武功

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

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

鋁合金 建築 使建 單化



選用適度之鋁合金，則可得最大之堅強與最微之重量。此種壓鑄而成之鋁板。各種形式，應有盡有。至其堅強程度，則每平方英寸可支持六噸半至廿八噸之重力。

鋁及鋁合金，全球各地鋁業有限公司均可供應。歡迎函詢詳情。

鋁業有限公司

上海北京路一二號

上海郵政信箱一四三五號

(普二)

開 灤 火 磚

遠東唯一耐火材料

最可靠 最經濟

火度準確 經久耐用

為英國紅磚學會所定標準出品

是二十餘年研究之結晶

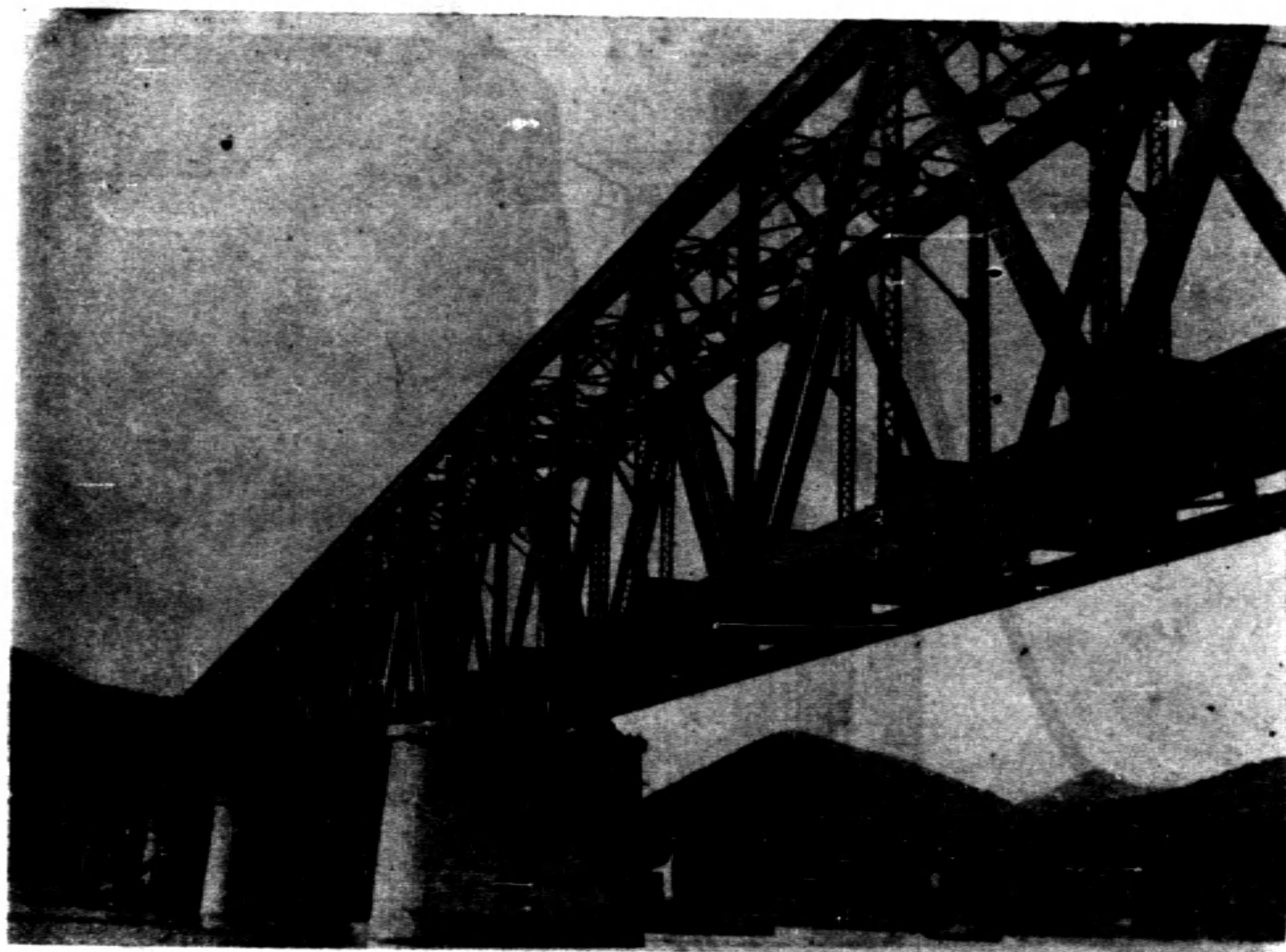
非短時期所能成功

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

道門朗公司



該橋為中國第一公路鐵道混
 杭國第一公路鐵道混
 州路鐵道混
 錢合橋用高
 塘拉力鋼四
 江千餘噸均
 大由本公司
 橋供給此為
 最近攝影

電 報 電 話

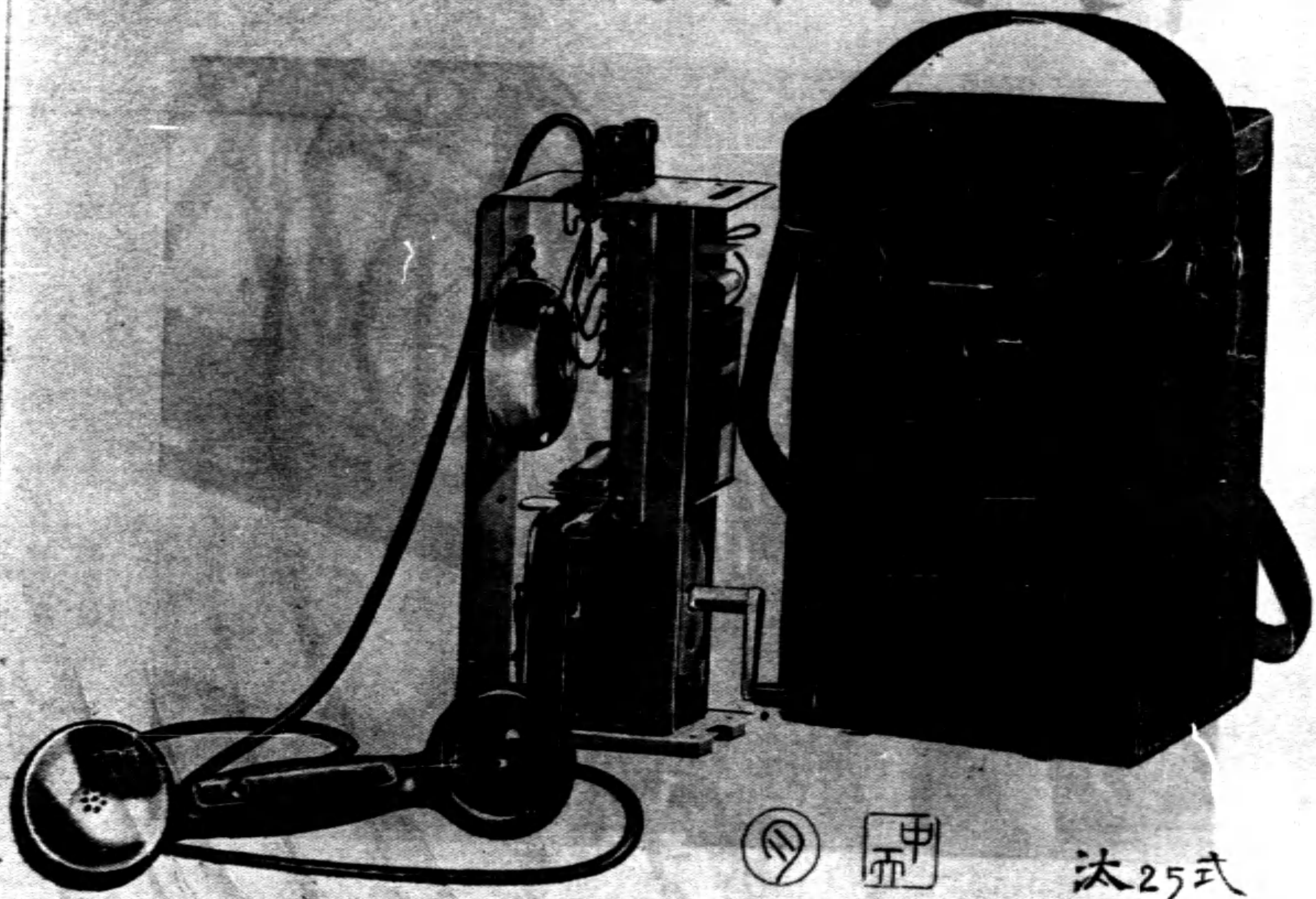
12980

外灘二十二號六

“Dorman”

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

中 天 携 帶 電 話



式 25 汰

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為足可代替舶來 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為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

中 天 電 機 廠

經理王汰甄謹啟

中國工程師學會會刊

編輯：
 黃 炎 (土木)
 董 大 (建築)
 沈 怡 (市政)
 汪 楫 (水利)
 趙 珪 (電氣)
 徐 宗 (化工)

工 程

總編輯：沈 怡
 副總編輯：胡樹楫

編輯：
 蔣 均 (機械)
 朱 清 (無線電)
 錢 祚 (飛機)
 李 傲 (礦冶)
 黃 奎 (紡織)
 宋 勤 (校對)

第十二卷 第三號

目 錄

論 著：

連續架之圖解通法	蔡方蔭	253
廣州市自來水工程之改進方案及其施行	金肇組	276
電解河東鹽製造苛性鈉	陳尙文	295

工程譯叢：

用水泥比水率決定混凝土強度之新說	炸彈破壞力之算法	309
十五年來德國鋼鐵工業技術上之演進	水底隧道管壓力之計算	
普通溫度對於混凝土凝結之影響	鋪裝路面之新材料—氯化鈣	
自燃料分析求燃燒熱量	鍋爐給水之處理	

工程新聞：

國內之部：

蘇省導淮入海工程經過實況	二十五年全國公路建設進展情形	348
南昌中正大橋完成	植物油代汽油之試驗	
湘川公路通車	南昌水電廠開工建築	
國內工程簡訊		

國外之部：

倫敦港之改良與擴大	短時期內完成大批住宅	362
蘇聯二次五年計劃全部完成	國外工程簡訊	

中國工程師學會發行

分售處

上海徐家匯蘇新書社	南昌 南昌書店
上海四馬路作者書社	昆明市西華大街雲嶺書店
上海四馬路上海雜誌公司	太原柳巷街同仁書店
南京正中書局南京發行所	廣州永漢北路上海雜誌公司廣州分店
濟南芙蓉街教育圖書社	重慶今日出版合作社
南昌民德路科學儀器館南昌發行所	成都開明書店

本刊編輯部啓事

本刊自本期起增闢「工程譯叢」（即前刊徵稿辦法內之「外論譯雋」），「工程新聞」等欄，惟在創始時期，內容與取材殊欠完善，尙祈讀者予以指導合作，俾得充實改進，無任盼禱！（徵稿辦法附刊在本頁之後）

中國工程師學會 第七屆年會論文委員會啓事

逕啓者，本會第七次年會，本定四月間聯合各學術團體在太原舉行，前經通告各會員，請將平日研究心得或實際施工情形，撰著論文提會在案。茲接聯合年會籌備委員會來函，以太原地北天寒三春不暖，待入夏季，則南國苦熱之日，正晉省氣候適中之時；且暑假期中，在學界服務會員，參加較便，經決定年會開會日期，改爲七月十八日起等語。時間充裕，正好從容著述。希會員諸君撰著宏文，儘六月十五日以前寄交上海市中心區工務局沈君怡處彙編，毋任盼禱！此致

會員諸君公鑒

第七屆年會論文委員會啓

中國工程師學會通告

逕啓者，案准上海大公報館來函，以每週發刊「工程專刊」，請予以合作，供給材料，俾實內容等由，除函復外，會員諸君如有擬交該報發表關於工程之稿件，請逕寄上海愛多亞路一八一號大公報館工程專刊編輯部可也！此致

會員先生大鑒

中國工程師學會啓

工程雜誌徵稿辦法

一.「論著」欄

甲.徵稿標準

1. 關於國內實施建設工程之報告。
2. 關於國內現有工業情形之報告。
3. 關於國內工程界各種試驗結果之報告。
4. 關於土木工程方面研究心得之論著。

每篇字數以二千至二萬為率

乙.酬勞辦法

此類稿件,擬請工程界工業界同志義務供給,概不酬潤,僅贈雜誌五冊,單行本三十份,但如經投稿人預先聲明,贈送單行本份數,亦可酌加。

二.「工程譯叢」欄

甲.徵稿標準

凡外國文工程雜誌登載之文字,有關新學理或新設施而刊行尚未逾半年(自投稿時推算)者,均可摘要介紹,每篇字數以不逾五千為率,投稿人最好附送原稿,以便參攷,稿內應註明原著人姓名,及發表刊物之卷號及出版年月。

乙.酬勞辦法

凡刊登之稿件,每千字酬潤資二元至四元。

三.「國內工程新聞」欄

甲.徵稿標準

1. 關於國內實施建設工程進行情形之簡單報告。

2. 關於國內現有工業有所改進時之簡單報告。

3. 關於國內工程界各種試驗結果之簡單報告。

每則字數以不逾五千為率。

乙. 酬勞辦法

凡直接投登之稿件, (未在其他刊物發表者) 每則酬潤資五角至一元五角, 或每千字酬潤資一元至三元。

四. 「國外工程新聞」欄

甲. 徵稿標準

摘譯最近出版外國文報紙雜誌所刊載之國外重要工程報告或新聞。(稿內須註明原刊物名稱及出版年月。)

每則字數以不逾五千為率。

乙. 酬勞辦法

同(三)(乙)

五. 「書報評論」欄

甲. 徵稿標準

新出版中外重要工程書籍, 或中外工程雜誌內有價值作品之批評, 或按期介紹。

每則字數以不逾二千為率。

乙. 酬勞辦法

凡刊登之稿件, 每則或每千字酬潤資一元至三元。

六. 備考

甲. 其他辦法, 參照「工程雜誌投稿簡章」。

乙. 凡按字數酬給潤資之稿件, 附有圖照者, 照刊出後所佔地位折合字數, 一併計算。

丙. 工程雜誌編輯部得不徵投稿人同意, 將稿件轉送其他工程刊物發表, 其給酬等辦法, 悉依該刊物投稿章則之規定。

155. Journal of Economic Entomology: Vols. 1-25 (1908/32), compl., unbd., \$125.
 156. Mycologia: Vols. 1-25 (1909/33), compl., unbd., \$100.
 157. Phytopathology (publ. by Am. Phytopathological Soc.): Vols. 1-25 (1911/35), compl., unbd., \$250.
 158. Progressus Rei Botanicae (Leipzig): Bde. 1-5 (1907/17), compl., unbd., \$30.
 159. Zoologischer Anzeiger (Leipzig): Bde. 1-25 (1878-1902), compl., mostly bound, with General-Reg. 1-25, \$75.

MATHEMATICS - PHYSICS

160. American Journal of Mathematics: Vols. 1-57 (1878-1935), compl., unbd., \$385.
 161. American Mathematical Society, Bulletin: New Series: Vols. 1-41 (1896-1935), compl., unbd., \$195.
 162. American Mathematical Society, Transactions: Vols. 1-38 (1900/35), compl., unbd., \$235.
 163. American Mathematical Monthly: Vols. 1-40 (1894-1933), compl., partly bound, \$375.
 164. Annals of Mathematics: First and Second Ser.: compl. set: 1884-1933, unbd., \$250.
 165. Annales de Chimie et de Physique: 5th Ser.: T. 16-30 (1879/83); 6th Ser.: T. 1-6 (1884/85), compl., unbd., \$25.
 166. Annalen der Physik und Chemie: Neue Folge: Bde. 1-26, 30-32 (1877/87), compl., and "Beilblätter": 1-12 (1878/88), compl., mostly bound, \$60.
 167. Journal of the Optical Society of America: Vols. 1-25 (1917/35), complete, unbound, \$115.
 168. Physics: Vols. 1-5 (1931/35), compl., unbd., \$30.
 169. Physical Review: Old Series: Vols. 18-35 (1904/12), compl., unbd., \$100.
 170. Physical Review: New Series: Vols. 1-42 (1913/32), compl., unbd., \$235.
 171. Physical Review: Old and New Series: complete set from beginning in 1893 to 1932 incl. (77 Vols.), unbd., \$475.
 172. Review of Modern Physics: Vols. 1-4 (1929/32), compl., unbd., \$30.
 173. Science Abstracts (England): Section "A": "Physics": Vols. 19-38 (1916/35), compl., unbd., \$75.

ENGINEERING - RADIO - MINING - GEOLOGY

174. American Society of Civil Engineers, Transactions: Vols. 30-100 (1893-1935), compl., mostly bound, \$195.
 175. American Society of Civil Engineers, Transactions: ANY vol. of vols. 50-90, separately at \$5, each.
 176. American Society of Civil Engineers, Proceeds: Vols. 19-53 (1893-1927), complete, unbound, \$85.
 177. American Society of Mechanical Engineers, Transactions: Vols. 1-48 (1880-1926), compl., bound, \$135.
 178. American Society of Mechanical Engineers, Transactions: ANY Vol. of Vols. 25-48, separately at \$4, each.
 179. American Society of Naval Architects and Marine Engineers, Trans.: Vols. 1-40 (1893-1932), compl., bound, \$165.
 180. American Society for Steel Treating, Trans.: Vols. 1-15 (1920/33), compl., partly bound, \$135.
 181. American Society for Testing Materials, Proceedings: Vols. 1-33 (1899-1933), compl., bound, \$135.
 182. American Society for Testing Materials, Proceeds: ANY vol. of Vols. 10-30, separately at \$5, each.
 183. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, Trans.: Vols. 1-76 (1871-1927), compl., bound, \$135.
 184. American Institute of Mining Engineers, Bulletin: Nos. 1-156 (1905/19), compl., unbd., \$60.
 185. American Institute of Electrical Engineers, Trans.: Vols. 1-50 (1884-1931), compl., mostly bound, \$200.
 186. Engineering News: Vols. 10-75 (1880 to June 1916), compl., bound, \$175.
 187. Engineering Record: Vols. 21-73 (1886 to June 1916), compl., bound, \$150.
 188. Engineering News Record: (with July 1916, starting as Vol. 76 "Engineering News" and "Engineering Record" were combined): Vols. 76-103, bd., \$80.
 189. Engineering Index: compl. set from the very beginning in 1884 to 1915 incl., bound, \$75.
 190. Economic Geology: Vols. 1-26 (1905/30), compl., partly bound, \$125.
 191. Geological Society of America, Bulletin: Vols. 1-44 (1890-1933), compl., unbd., \$300.
 192. General Electric Review: Vols. 15-31 (1913/28), compl., unbd., \$65.
 193. Institute of Radio Engineers, Proceedings: Vols. 1-22 (1913/34), compl., unbd., \$195.
 194. Institute of Radio Engineers, Proceedings: ANY vols. of Vols. 11-20, separately at \$6, each.

195. Journal, American Society of Naval Engineers: Vols. 1-45 (1889-1933), compl., unbd., \$180.
 196. Journal of the Franklin Institute: Vols. 150-200 (1900/25), compl., unbd., \$125.
 197. Meteorologische Zeitschrift: Jge. 1-30 (Wein: 1884-1913), compl., bd., \$100.
 198. U. S. Naval Institute, Proceedings: Vols. 25-54 (1902/31), compl., unbd., \$50.
 199. U. S. Geological Survey, Bulletin: Nos. 1-300, compl., unbd., \$200.
 200. U. S. Geological Survey, Professional Papers: Nos. 1-165, compl., unbd., \$250.
 201. U. S. Bureau of Standards: Technological Papers: Nos. 1-200, compl., unbd., \$100.
 202. U. S. Bureau of Standards: Circulars: Nos. 1-200, compl., unbd., \$100.
 203. U. S. Bureau of Mines, Bulletin: Nos. 1-350, compl., unbd., \$135.

ECONOMY - LAW - GENERAL SCIENCES

204. American Historical Review: Vols. 1-35 (1895-1930), compl., unbd., \$120.
 205. American Journal of International Law: Vols. 1-29 (1907/35), compl., unbd., \$190.; "Proceedings": 1907-1927, unbd., \$30.
 206. American Journal of Science: 1900-1935, compl., unbd., (72 Vols.), \$165.
 207. American Journal of Science: ANY volume of years 1900-1935 at \$3, each.
 208. Annals, American Academy of Political and Social Sciences: Vol. 1-150 (1890-1930), compl., unbd., \$200.
 209. Classical Philology: Vols. 1-25 (1906/30), compl., unbd., \$75.
 210. Foreign Affairs (New York): Vols. 1-9 (1922/30), compl., unbd., \$20.
 211. Harvard Law Review: Vols. 1-30 (1887-1917), compl., unbd., \$120.
 212. Journal, Washington Academy of Sciences: Vols. 1-23 (1911/33), compl., unbd., \$115.
 213. Proceedings, National Academy of Sciences: Vols. 1-20 (1915/34), compl., unbd., \$100.
 214. Quarterly Journal of Economics: Vols. 1-47 (1887-1933), compl., bound, with Gen.-Index 1-20, \$475.
 215. Science: Old Series: Vols. 1-23 (1883/94), compl., bound, \$95.; New Series: Vols. 1-41 (1895-1915), compl., mostly bound, \$120.
 216. Science: New Series: ANY of Vols. 42-70 separately at \$4, each.
 217. Speculum: (a journal of mediaeval studies): Vols. 1-10 (1926/35), compl., unbd., \$55.

BACK NUMBERS, single and in volumes, of all SCIENTIFIC periodicals in stock. "There is nothing we have not or could not procure at reasonable prices."
 Please SEND us your WANT-list.

Unibersum Book Export Company, Inc.

45 East 17th Street
 NEW YORK, N. Y., U. S. A.

Cable Address:
 "Univerbook" New York

Codes Used:
 A. B. C. 5th Ed.
 Bentley's

Prices in United States \$

PERIODICA:

January, 1937.

Americana, Britannica, Germanica, Gallica et Romana:

SALES LIST No. 6

WE OFFER FOR SALE: from our own stock: "f.o.b. New York", postage or freight extra, at TERMS: "check on New York WITH order":

CHEMISTRY:

- Annual Review of Biochemistry (U. S. A.): vols. 1-7 (1932/37), bound, \$32.
- Abderhalden: Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden: all that was published: complete set: vols. 1-9, bound, in 11 books, \$55.
- Abderhalden: Biochemisches Handlexikon: vols. 1-14 (Berlin: 1911-1933), complete set, bound, fine, \$215.
- Analyst (England): years 1928-1935, compl., unbd., 8 years, \$40.
- Beilstein: Handbuch der organischen Chemie: fourth (latest) edition: "Hauptwerk": Bde. 1-25 (Berlin: 1918-1936 December), complete, bound, and "Erganzungswerke" (supplements): Bde. 1-22, complete, bound, a complete set from the very beginning to date, very fine, \$1,235.
 (We have SEVERAL complete sets in stock)
- Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft: Bde. 1-63 (Berlin: 1868-1930), complete, mostly bound and Gen.—Reg. to 1868/96, \$400.
- Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft: Bde. 12-62 (1879-1929), complete, partly bound, \$275.
- Biochemische Zeitschrift: Bde. 1-58 (Berlin: 1906-1913), complete, mostly bound, \$225.
- British Chemical Abstracts: "A": 1926-1934, complete set from its beginning, unbound, 9 years, \$48.
- Chemical Abstracts: (publ. by American Chemical Soc.): vols. 1-27 (1907/1933), WITH First and Second "DECENNIAL", complete, unbound, \$350.
- Chemical Abstracts: vols. 1-27 (1907/33), complete, unbound, WITHOUT the "DECENNIAL" Indexes, \$235.
- Chemical Abstracts: vols. 5-27 (1911/33), complete, unbound, \$125.
- Chemical Abstracts: vols. 12-27 (1919/33), complete, unbound, \$75.
- Chemical Abstracts: ANY single volume of vols. 18-27 sold SEPARATELY at \$5.; vols. 28, 29, 30 SEPARATELY \$7, each.
- Chemical Abstracts: First "DECENNIAL" Index to 1907-1916, complete, unbound, \$60.
- Chemical Abstracts: Second "DECENNIAL" Index to 1917-1936, complete, unbound, \$65.
- Chemical Reviews: vols. 1-18 (1924/36), complete, unbound, \$125.
- Chemical Reviews: vols. 1-5 (1924/28), complete, unbound, \$60.
- Chemical and Metallurgical Engineering: vols. 1-40 (1903/33), complete, partly bound, \$175.
- Chemical and Metallurgical Engineering: vols. 8-40 (1910/33), complete, unbound, \$95.
- Chemical and Metallurgical Engineering: SEPARATELY any of vols. 25-40 at \$3.50 EACH.
- Chemisches Weekblad (Amsterdam): vols. 1-30 (1904/33), complete, mostly bound \$60.
- Chemical Society of London, Journal (Abstracts & Transactions): 1898-1934, complete, mostly bound, with all yearly indexes, 37 years, \$195.
- Chemical Society of London, Journal (Abstracts & Transactions): 1907-1934, compl., with all yearly indexes, unbd., 28 years, \$140.
- Chemical Society of London, Journal (Abstracts & Transactions): COLLECTIVE INDEXES: to 1883/92, \$5., 1893-1902, \$5., 1903/12, \$18., 1913/22, \$15., 1923/32, \$25.
- Chemical Society of London, Journal (Abstracts & Transactions): ANNUAL REPORTS: vols. 1-28 (1905/31), complete, bound, \$28.

27. *Chemisches Zentralblatt* (Berlin): 1897-1933 (Jge. 68-104), complete with all yearly indexes, mostly bound, \$550.
28. *Chemisches Zentralblatt* (Berlin): 1897-1915, complete, bound, \$275.
29. *Chemisches Zentralblatt* (Berlin): 1921-1932, complete, mostly bound, \$200.
30. *Chimie et Industrie* (Paris): vols. 1-34 (1918-1935), complete, bound, fine, \$195.
31. *Elektrochemische Zeitschrift* (Berlin): Bde. 1-10 (1894-1904), compl., bd., \$40.
32. *Gazetta Chimica Italiana*: vols. 1-56 (1871-1936), compl., unbd., \$900.
33. *Industrial and Engineering Chemistry*: (Journal): (publ. by American Chem. Soc., vols. 1-25 (1909/33), compl., unbd., \$8).
34. *Industrial and Engineering Chemistry*: SEPARATE volumes of vols. 6-28 at \$4. EACH.
35. *Industrial and Engineering Chemistry*: "Analytical Edition": vols. 1-7 (1929/35), compl., unbd., \$25.
36. *Journal of the Society of Chemical Industry* (later called: "Chemistry and Industry"): London: vols. 1-50 (1881-1931), complete, mostly bound, \$175.
37. *Journal of the Society of Chemical Industry* (later called: "Chemistry and Industry"): London: SEPARATE vols. of vols. 17-50 at \$5. EACH.
38. *Journal of Biological Chemistry*: vols. 1-110 (1905/35), complete, mostly bound, \$975.
39. *Journal of Biological Chemistry*: SEPARATE vols. of vols. 50-90 at \$6. EACH.
40. *Journal of Nutrition*: vols. 1-6 (1928/33), compl., unbound, \$38.
41. *Journal of the American Chemical Society*: vols. 18-55 (1896-1933), complete, mostly bound, \$195.
42. *Journal of the American Chemical Society*: vols. 30-55 (1908/33), complete, unbound, \$85.
43. *Journal of the American Chemical Society*: SEPARATE vols. of vols. 35-55 at \$4. EACH; vols. 56, 57, 28 at \$5. EACH.
44. *Journal of Chemical Education*: vols. 1-12 (1924/35), complete, unbound, \$75.
45. *Journal de Pharmacie et de Chimie* (Paris): a complete set of all Series from its very beginning, with Forerunner "Bulletin", 1809 to 1935, complete, bound, fine, \$495.
46. *Jahresbericht ueber d. Fortschritte der Chemie* (by Liebig & Kopp): a complete set from its very beginning to end: vols. 1-47 (1841-1910), bound, fine, \$195.
47. *Journal. Assn. of Official Agricultural Chemists*: vols. 1-16 (1915/33), complete, unbound, \$90.
48. *Jahresbericht ueber die Fortschritte der Chemischen Technologie*: vols. 1-57, (1855-1911), complete, bound, with Gen.-Reg. 1-30, \$185.
49. *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas* (Amsterdam): 1926-1934, complete, unbound, 9 years, \$35.
50. *Transactions, Institution of Chemical Engineers* (London): vols. 1-13 (1923/35), complete, bound, \$60.
51. *Transactions, American Institute of Chemical Engineers*: vols. 1-25 (1908/31), complete, bound, \$125.
52. *Transactions, American Electrochemical Society*: vols. 1-60 (1902/32), complete, bound, \$180.
53. *Transactions, American Electrochemical Society*: SEPARATE vols. of Vols. 5-50 at \$4. EACH.
54. *Ullmann: Encyclopaedie der technischen Chemie*: erste Aufl.: complete set 12 Bde. (1910/23), bound, \$35.
55. *Zeitschrift fuer angewandte Chemie* (Leipzig, Berlin): Bde. 1-47 (1887-1934), complete, mostly bound, \$225.
56. *Zeitschrift fuer Untersuchung der Lebensmittel* (Berlin): Bde. 1-69 (1898-1935) complete, bound, \$325.
57. *Zeitschrift fuer Elektrochemie u. angewandte physikalische Chemie* (Berlin): Bde. 1-27 (1894-1921), complete, partly bound, \$185.
58. *Zeitschrift fuer wissenschaftliche Mikroskopie* (Leipzig): Bde. 1-32 (1884-1915) complete, unbound, \$145.
59. *Zeitschrift fuer Physikalische Chemie*: etc., etc.: (Leipzig): Abt.: "A": vols. 1-166, complete, bound, with Abt. "B": vols. 1-22, complete, bound, (1884-1935), \$1,250.

LIBRARIES can secure through us all chemical NEW BOOKS less full publishers' DISCOUNT (from 20% to 40%) plus our commission of 8% plus foreign postage. Deposit-Account with us is required. OUT-OF-PRINT books procured at former price plus 35% plus postage.

MEDICINE - PHARMACY - BIOLOGY

60. *American Medicine*: vols. 1-5 (1901/03), complete, bound, \$12.
61. *American Heart Journal*: vols. 1-10 (1926/35), complete, unbound, \$60.
62. *American Journal of Roentgenology and Radium Therapy*: vols. 3-22 (1916/29), complete, unbound, \$95.
63. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*: vols. 1-28 (1920/34), complete, unbound, \$100.

64. *American Journal of Diseases of Children*: vols. 1-48 (1911/34), complete, mostly bound, \$150.
65. *American Journal of Anatomy*: vols. 1-36 (1904/26), complete, unbound, \$165.
66. *American Review of Tuberculosis*: vols. 1-21 (1917/30), compl., unbound, \$95.
67. *American Journal of Physical Anthropology*: vols. 1-15 (1918/31), complete, mostly bound, \$90.
68. *American Journal of Syphilis*: vols. 1-16 (1917/32), compl., unbound, \$85.
69. *American Journal of Physical Optics*: vols. 1-7, all that was published, complete, mostly bound, \$45.
70. *American Journal of Physiology*: vols. 1-88 (1893-1929), complete, partly bound, \$750.
71. *American Journal of Physiology*: vols. 34-52, 61-99, EACH volume \$12.
72. *American Journal of Psychiatry*: New Series: vols. 1-10 (1922/30), complete, unbound, \$65.
73. *American Journal of Tropical Medicine*: vols. 1-10 (1921/30), complete, unbound, \$75.
74. *American Journal of Ophthalmology*: Third Series: vols. 1-11 (1918/28), complete, bound, \$60.
75. *American Journal of Cancer*: see under No. 112.
76. *American Journal of Public Health*: vols. 1-24 (1911/34), complete, unbd., \$135.
77. *Abstracts of Bacteriology*: all that was published: vols. 1-9 (1917/25), complete, unbound, \$40.
78. *Anatomische Anzeiger* (Berlin): Bde. 9-33 (1894-1908), complete, unbd., \$50.
79. *Annals of Surgery*: vols. 1-90 (1884-1929), complete, partly bound, \$350.
80. *Annals of Surgery*: SEPARATE vols. of vols. 30-70 at \$4. EACH.
81. *Annals of Internal Medicine*: vols. 1-10 (1922/31), complete, unbound, \$50.
82. *Archives of Internal Medicine*: vols. 1-54 (1908/34), complete, unbound, \$175.
83. *Archives of Pediatrics*: vols. 1-5, bound, \$35; vols. 21-50, bound, \$100.
84. *Archiv fuer Laryngologie u. Rhinologie* (Leipzig): vols. 1-34 (1894-1921), complete, mostly bound, with Gen.-Reg. 1-34, \$85.
85. *Archiv der Augen- u. Ohrenheilkunde* (later called: "Zeitschrift fuer Ohrenheilkunde"): vols. 1-63 (1869-1911), mostly bound, \$225.
86. *Archiv fuer Ohrenheilkunde* (later called: "Archiv f. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopf-Heilkunde"): vols. 1-94 (1844-1914), complete, mostly bound, \$275.
87. *Archiv f. Ohren-, Nasen-, u. Kehlkopf-Heilkunde*: see under No. 86.
88. *Archives of Otolaryngology*: vols. 1-18 (1925/33), complete, unbound, \$55.
89. *Archives of Dermatology and Syphilology*: vols. 1-15 (1919/33), complete, unbound, \$125.
90. *Archives of Neurology and Psychiatry*: vols. 1-30 (1919/33), complete, unbound, \$125.
91. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*: vols. 1-10 (1926/35), complete, unbound, \$55.
92. *Archives of Surgery*: vols. 1-26 (1920/33), complete, unbound, \$115.
93. *Berichte ueber die gesamte Physiologie und Experimentelle Pharmakologie* (Springer - Berlin by Rona): Bde. 1-68 (1920/36), complete, bound, fine set, \$290.
94. *Berichte ueber die Fortschritte der Anatomie u. Physiologie*: 1863-1871, complete, bound, \$40.
95. *Biologia Generalis* (Leipzig): Bde. 1-3 (1925/27), complete, unbound, \$20.
96. *Biochemisches Zentralblatt*: (Germany): vols. 1-9 (1903/10), compl., bd., \$65.
97. *Biological Bulletin* (Marine Biol. Labor., U. S. A.): vols. 1-60 (1900/31), complete, unbound, \$350.
98. *Biological Abstracts* (successor to "Botanical Abstracts"): vols. 1-9 (1927/32), complete, unbound, \$75.
99. *British Journal of Children's Diseases*: vols. 1-29 (1904/32), complete, partly bound, \$145.
100. *British Journal of Surgery*: vols. 1-16 (1913/29), complete, unbound, \$65.
101. *Centralblatt fuer innere (klinische), Medizin*: (Germany): 1879-1930, complete, bound, \$125.
102. *Collected Papers of the Mayo Clinic*: vols. 1-22 (1905/30), compl., bd., \$88.
103. *Die Biologie der Frau* (by Brugsch & Levy): complete set: 4 vols. (1926/31), bound, \$20.
104. *Die Therapie der Gegenwart* (by Klemperer): New Series: vols. 1-32 (1899-1933), complete, bound, \$75.
105. *Endocrinology*: vols. 1-18 (1917/34), complete, unbound, \$125.
106. *Harvey Lectures*: Series 1-14 (1905/19), complete, bound, \$45.
107. *Jahrbuch fuer Kinderheilkunde* (Berlin): Bde. 55-118 (1902/28), lacking Bde. 70, 94, bound, 62 Bde., \$135.
108. *Jahresbericht ueber die Fortschritte der Anatomie u. Physiologie*: Bde. 1-20 (1872/91), complete, bound, \$75.
109. *Jahresbericht ueber die Fortschritte der Physiologie*: Bde. 1-18 (1892-1919), complete, unbound, \$50.

110. *Journal of Comparative Pathology and Therapeutics* (England): vols. 1-41 (1888-1928), complete, partly bound, \$275.
111. *Journal of General Physiology*: vols. 1-18 (1918/34), complete, unbound, \$120.
112. *Journal of Cancer Research* (later "Am. J. of Cancer"): vols. 1-15 (1916/31), complete, unbound, \$100.
113. *Journal of Urology*: vols. 1-30 (1917/33), complete, unbound, \$120.
114. *Journal of Experimental Medicine*: vols. 1-57 (1896-1933), compl., unbd., \$325.
115. *Journal of Nervous and Mental Diseases*: vols. 1-6 (1874/79), compl., bd., \$60.
116. *Journal of Immunology*: vols. 1-20 (1916/35), complete, unbound, \$135.
117. *Journal of the American Pharmaceutical Assn.*: vols. 1-24 (1912/35), complete, unbound, \$100.
118. *Journal of Infectious Diseases*: vols. 1-43 (1904/28), compl., unbd., \$335.
119. *Journal of Bone and Joint Surgery*: New Series: vols. 1-16 (1919/34), complete, unbound, \$95.
120. *Journal of the American Medical Association*: vols. 1-78, (1883-1922), complete, mostly bound, \$150.
121. *Journal of Bacteriology*: vols. 1-22 (1916/31), complete, unbound, \$160.
122. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*: vols. 1-55 (1909/36), complete, unbound, \$650.
123. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*: vols. 1-18 (1915/33), complete, unbound, \$115.
124. *Journal of Comparative Neurology*: vols. 26-37 (1915/24), compl., unbd., \$60.
125. *Klinische Wochenschrift* (Springer-Berlin): Bde. 1-6 (1922/27), complete, bound, \$30.
126. *Laryngoscope*: vols. 1-40 (1896-1930), complete, partly bound, \$150.
127. *Medicine*: vols. 1-12 (1922/33), complete, unbound, \$75.
128. *Physiological Reviews*: vols. 1-15 (1921/35), complete, partly bound, \$140.
129. *Quarterly Review of Biology*: vols. 1-9 (1926/34), complete, unbound, \$50.
130. *Radiology*: vols. 1-17 (1920/31), complete, unbound, \$100.
131. *Surgery, Gynecology and Obstetrics* (with "Intern Abstracts of Surgery"): vols. 1-50 (1905/30), complete, unbound, \$185.
132. *Zentralblatt fuer Allgemeine u. Experimentelle Biologie* (Germany): Bde. 1 and 2, compl., 3 No. 1-6, unbd., (1910/18), \$15.
133. *Zentralblatt fuer Gynackologie* (Germany): Bde. 1-50, compl., unbd., \$180.
134. *Zeitschrift fuer Hals-Nasen- und Ohrenheilkunde*: New Series: Bde. 1-31 (1922/32), complete, unbound, \$80.

AGRICULTURE - BOTANY - MYCOLOGY - PLANT PHYSIOLOGY - ZOOLOGY

135. *American Journal of Botany*: Vols. 1-22 (1914/35), compl., unbd., \$160.
135. *American Naturalist*: Vols. 1-64 (1868-1930), compl., partly bound, \$300.
137. *Annalen der Kulturphilosophie*: (Berlin): Bde. 1-12 (1902/13), complete, unbound, \$20.
138. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*: Bde. 17-32, 37, 41-43, (1899-1925), complete, unbound, ANY at \$3. EACH.
139. *Bibliographia Zoologica* (Leipzig): Bde. 1-25 (1896-1914), compl., unbd., \$65.
140. *Botanical Abstracts*: Vols. 1-15 (1918/26), all that was publ., compl., unbd., \$90.
141. *Botanisches Centralblatt* (Germany): Bde. 1-152 (Jena, 1880-1926), compl., mostly bound, with "Beihfte" Bde. 1-10 and Gen.-Reg. 1-60, \$325.
142. *Botanisches Centralblatt* (Germany): Bde. 78-81, 83-84, 86-88, 107-129, complete, unbound, ANY at \$3. EACH.
143. *Bulletin de la societe botanique de France*: Tomes 1-78 (1854-1931), complete, unbound, avec Tables Gen. 1854/93, avec "Memoirs" 1-28, scarce, fine set, \$185.
144. *Ecology*: Vols. 1-15 (1920/35), complete, unbound, \$70.
145. *Experiment Station Record* (publ. by U. S. Dept. of Agriculture): Vols. 1-70 (1889-1934), complete, partly bound, \$110.
146. *Experiment Station Record*: Vols. 25-60 (1912/29), compl., unbd., \$50.
147. *Genetics*: Vols. 1-20 (1916/25), complete, unbound, \$200.
148. *Journal of Mycology*: Vols. 1-14 (1885-1902), compl., partly bound, \$125.
149. *Journal of Agricultural Research*: (publ. by U. S. Dept. of Agriculture) Vols. 1-50 (1913/35), compl., unbd., \$175.
150. *Journal of the American Society of Agronomy*: Vols. 1-25 (1908/33), compl., unbd., \$165.
151. *Journal of Experimental Zoology*: Vols. 1-60 (1904/31), compl, unbd., \$450.
152. *Journal of Experimental Zoology*: Vols. 20-37 (1916/23), compl., unbd., \$90.
153. *Journal of Heredity* (with forerunner "American Breeders" Magazine): Vols. 1-26 (1910/35), compl., unbd., \$165.
154. *Plant Physiology*: Vols. 1-10 (1926/35), compl., unbd., \$100.

連續架之圖解通法

(中國工程師學會第六屆年會論文)

蔡方蔭

國立清華大學土木工程系教授

I. 緒論

連續架 (Continuous frames) 或連續梁 (Continuous beams) 之圖解法, 蓋始於瑞士 Zürich 大學之 C. Culmann [1]¹, 距今約七十年 (1866) 也。1868 年間德國 Dresden 大學之 Otto Mohr [2 與 3] 發明一用「彈性載重」(elastic weights) 及「平衡多邊形」(equilibrium Polygon) 之法。此法以後曾經若干著者加以改良, 其最著者允推瑞士 Zürich 大學之 W. Ritter [4], 彼發現所謂「定點」(德文為 die Festpunkte, 英文為 fixed-points)。1883 年蘇格蘭 Dundee 大學之 T. C. Fidler [5 與 6] 發明「特點」(Characteristic points) 之理論。此項理論以後曾經德國 柏林大學之 H. Müller-Breslau [7 與 8] 與丹麥 Copenhagen 大學之 A. Ostenfeld [9 與 10] 加以改良與擴充。近廿年來, 此項圖解方法, 經歐美 若干著者之研究, 其理論之完善與應用之廣博, 俱大有展進; 而貢獻最大者, 允推德國 之 A. Strassner [11] 與 Ernst Suter [12], 及美國 之 L. H. Nishkian 與 D. B. Steinman² [15] 三氏。此外英國 之 E. H. Salmon [13 與 14], 美國 之 F. E. Richart 與 W. M. Wilson [16], 及 Odd Albert [17] 等, 亦均先後發表此法, 惟均甚簡略, 祇述及此法之初步耳。

1. 括弓中之數字係指本文後之參考文獻, 以下同此。

2. 該二氏名其法為「配點」(Conjugate points) 法。

上述之各種方法中,其較早者多祇能用於「斷面不變」(Constant Cross-section) 之連續梁或連續架。但其晚近所發表者,不但可用於「斷面改變」(Variable Cross-section) 之連續梁或連續架,且可用之於分析「桁構」(truss) 之「次應力」(Secondary stresses) [15-35頁與138頁],連續拱之支於彈性墩者[12-373頁],威氏(Vierendeel) 桁構 [12-25頁],及各種畸形複雜之連續屋架 [12-258頁] 等。但因篇幅之限制,本文所論者,祇限於平常之連續架,且在「載重」(load) 之下,其「節點」(joints) 祇有「旋轉」(rotation) 而無「變位」(displacement) 者。³

本文之所以名為通法者,蓋有二義:其一,上述諸法,多先論「斷面不變」之連續架,而後再加以改變而用之於「斷面改變」者。一似二者之方法,不能相提并論。本文之方法,將「斷面改變與不變」之連續架,合而為一,以求概括與普通。其二,同一問題,上述諸法之解法,每各不同,本文則將此項「同題異解」之處,擇要臚列,并參以著者本人所發見之新法,以資比較與貫通。故本文之對於此項圖解法之表述,與上述諸著者頗多不同之點。

II. 梁與載重之係數及其求法

著者在他處 [22] 曾謂「——以任何方法分析一連續架,無論其斷面如何改變,若將其跨 (Span) 視為「簡單梁」(Simply-supported beam),則各跨有五個獨立之「恆數」(Constants) 或「係數」(Coefficients) (三個梁係數與二個載重係數),必先求得。而此五係數,可用若干方法表述之,以求適於任何分析之方法。」據本著者所知,現下表

3. 如節點有變位時,可先用節點無變位之解法,再求梁柱之「切力」(shears)。而後依靜力學加以改正,其方法與用 H. Cross 之「力矩分配法」(moment distribution) 正同。參看 H. Cross 與 N. D. Morgen 所著之 "Continuous Frames of Reinforced Concrete", John Wiley, New York, 1932, 107 至 115 頁。其圖解法見 [11-60 頁] 及 [15-118 頁與 203 頁]

述此五係數之方法,其較重要者,約有五種,在他處〔23〕本著者并將此五種方法加以詳細比較。本文所採用五係數之表述方法為「角變」(angle changes)。

圖 1 (a) 示——簡單梁,不論其斷面之改變如何與其載重之情形如何,設該梁左右兩端因載重而生之角變各為 α_L^0 與 α_R^0 (圖 1 (b))。設將載重移去,而另以一向右轉之單位「彎矩」(bending moment) ($M_L = +1$) 加於其左端,并設該梁左右兩端因此而生之角變各為 α_L 與 β (圖 1 (c))。又另以一向左轉之單位彎矩 ($M_R = +1$) 加於其右端,并設該梁左右兩端因此而生之角變各為 β 與 α_R (圖 1 (d))。根據 Maxwell 之「交互變位」(reciprocal deflections) 理論,則圖 1 (d) 左端之角變必與圖 1 (c) 之右端者相同,故二角變均設為 β 。凡彎矩使

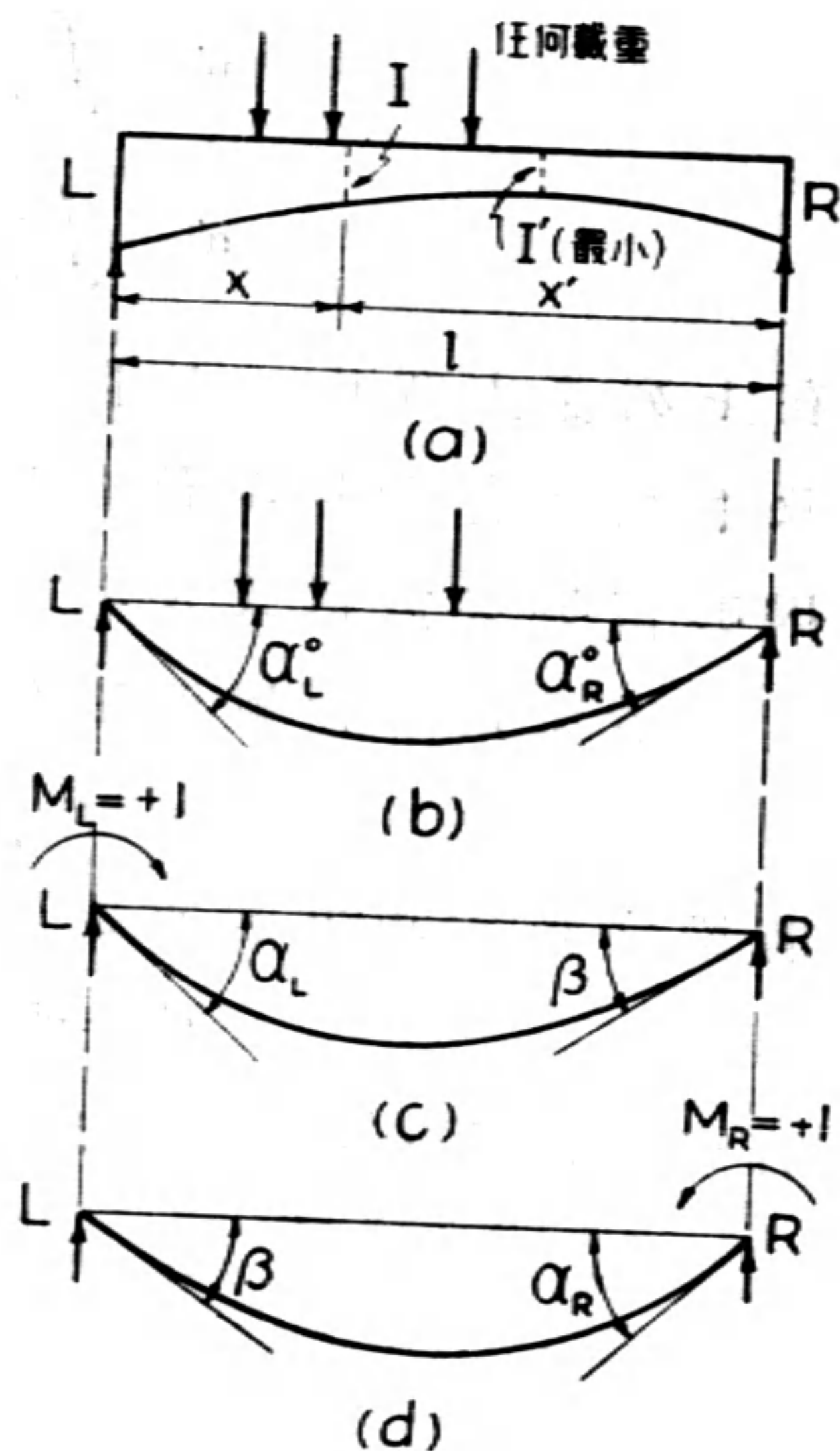


圖 (1)

該梁端之上部為「擠力」(compression) 而下部為「拉力」(tension) 者為正號,凡角變之「切線」(tangent) 在「梁軸」(beam axis) 之下者為正號,否則均為負號。故圖 1 所示之彎矩與角變,均為正號。

設 I 為該梁任何斷面之「複矩」(second moment 即 moment of inertia), I' 為該斷面複矩之最小值, M 為該梁任何斷面在任何載重下之彎矩, l 為該梁之跨度, E 為該梁材料之「彈率」(modulus of elasticity) (在一連續架中, E 每為一恆數,故常可消去)。根據「工作法」(method of work), 則上述諸角變之值,可以積分法求之如下:

$$\alpha_L = \int \frac{x^2}{EI l^2} dx \tag{1}$$

$$\alpha_R = \int \frac{x^2}{EI l^2} dx \quad (2)$$

$$\beta = \int \frac{x'x}{EI l^2} dx \quad (3)$$

$$\alpha^0_L = \int \frac{Mx'}{EI} dx \quad (4)$$

$$\alpha^0_R = \int \frac{Mx}{EI} dx \quad (5)$$

在上列諸方程中, x 量自左端, 而 x' 量自右端。以上五角變中, α_L, α_R , 及 β 為梁係數, 因其值祇與梁之形式有關; α^0_L 及 α^0_R 為載重係數, 因其值與梁之形式及其載重之情形, 均有關係。

若梁之斷面雖改變, 但其形式為對稱的 (symmetrical), 則,

$$\alpha_L = \alpha_R = \alpha \quad (6)$$

若梁之形式與其載重之情形, 均為對稱的, 則,

$$\alpha^0_L = \alpha^0_R = \alpha^0 \quad (7)$$

若梁之斷面, 在其全跨度中未有改變, 則 $I' = I$, 故,

$$\alpha = \frac{l}{3EI} \quad (8)$$

$$\beta = \frac{l}{6EI} \quad (9)$$

若梁之斷面不改變, 而承受一個「集中載重」 (concentrated load) P , 其自梁左端之距為 kl , 自梁右端之距為 $k'l$ (圖 2 (a)), 則,

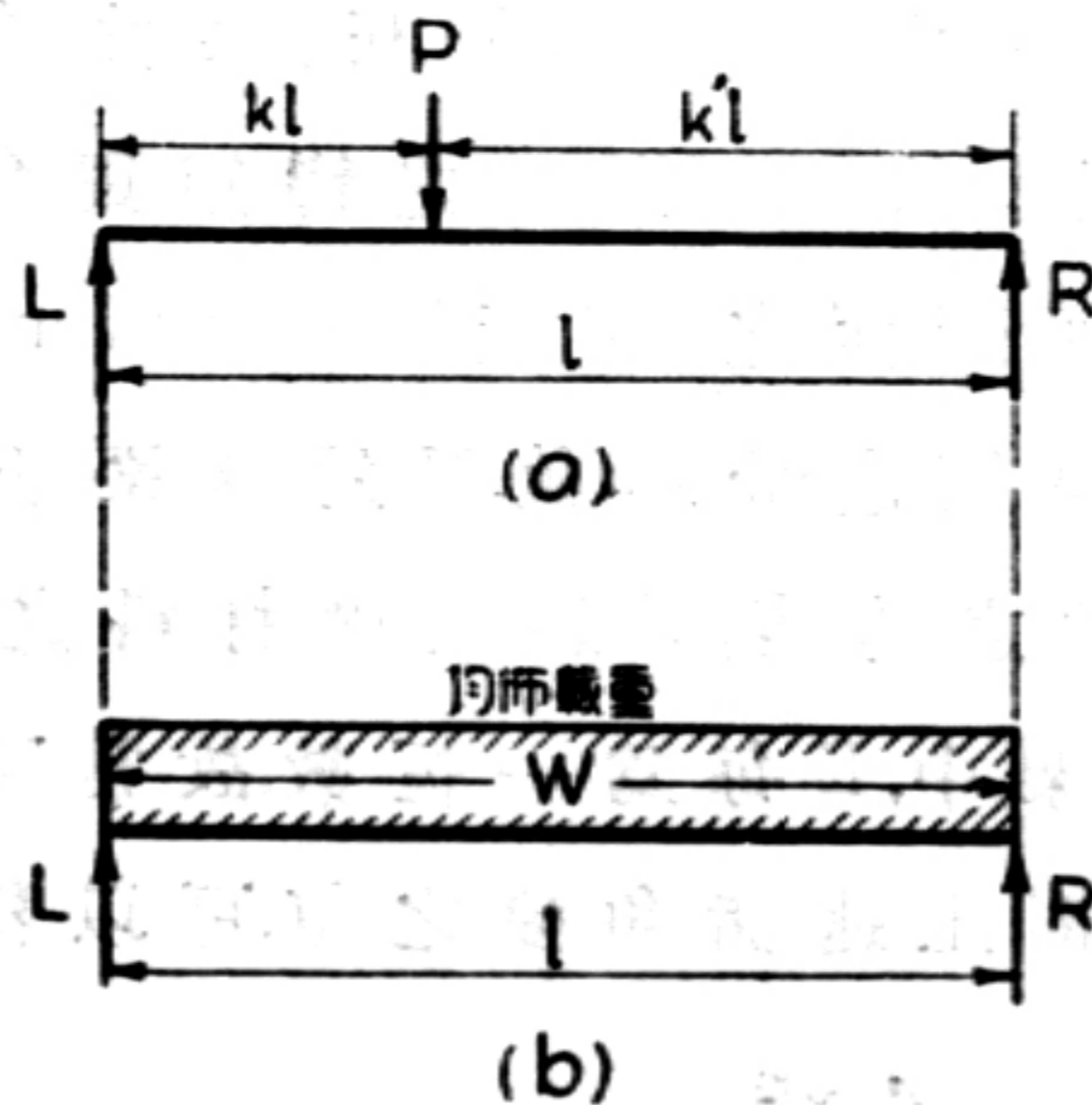


圖 (2)

$$\alpha^0_L = \frac{Pl^2k'(1-k'^2)}{6EI} \tag{10}$$

$$\alpha^0_R = \frac{Pl^2k(1-k^2)}{6EI} \tag{11}$$

若此集中載重在梁之中線,則 $k=k'=\frac{1}{2}$, 故,

$$\alpha^0_L = \alpha^0_R = \alpha^0 = \frac{Pl^2}{16EI} \tag{12}$$

若梁之全跨度承受「均佈載重」(uniformly distributed load), 其總量為 W (圖 2 (b)), 則,

$$\alpha^0_L = \alpha^0_R = \alpha^0 = \frac{Wl^2}{24EI} \tag{13}$$

若梁承受他種載重,其角變常可如上法以積分法求之。若梁承受數種載重,則其總角變即為該數種載重角變之和。

若梁之斷面改變, (尤其是不規則的改變) 則用積分法以求角變,常有困難,或竟不可能。於此則最簡便方法,即根據「彎矩面積」(bending moment area) 之原理,用「總合法」(summation),或圖解法,或其他方法求之。

設 A 為因載重所得 $\frac{M}{I}$ 圖之面積; gl 為 A 重心 (centroid) 離梁左端之距 (圖 3 (a)); A_L 為以 $M_R = +1$ 加於梁左端所得 $\frac{M}{I}$ 圖之面積; ul 為 A_L 重心離梁左端之距 (圖 3 (b)); A_R 為以 $M_L = +1$ 加於梁右端所得 $\frac{M}{I}$ 圖之面積; vl 為 A_R 重心離梁右端之距 (圖 3 (c))。依彎矩面積之原理,梁任何端之角變等於該端以 $\frac{M}{EI}$ 圖為載重(即前所謂彈性載重)之「反力」

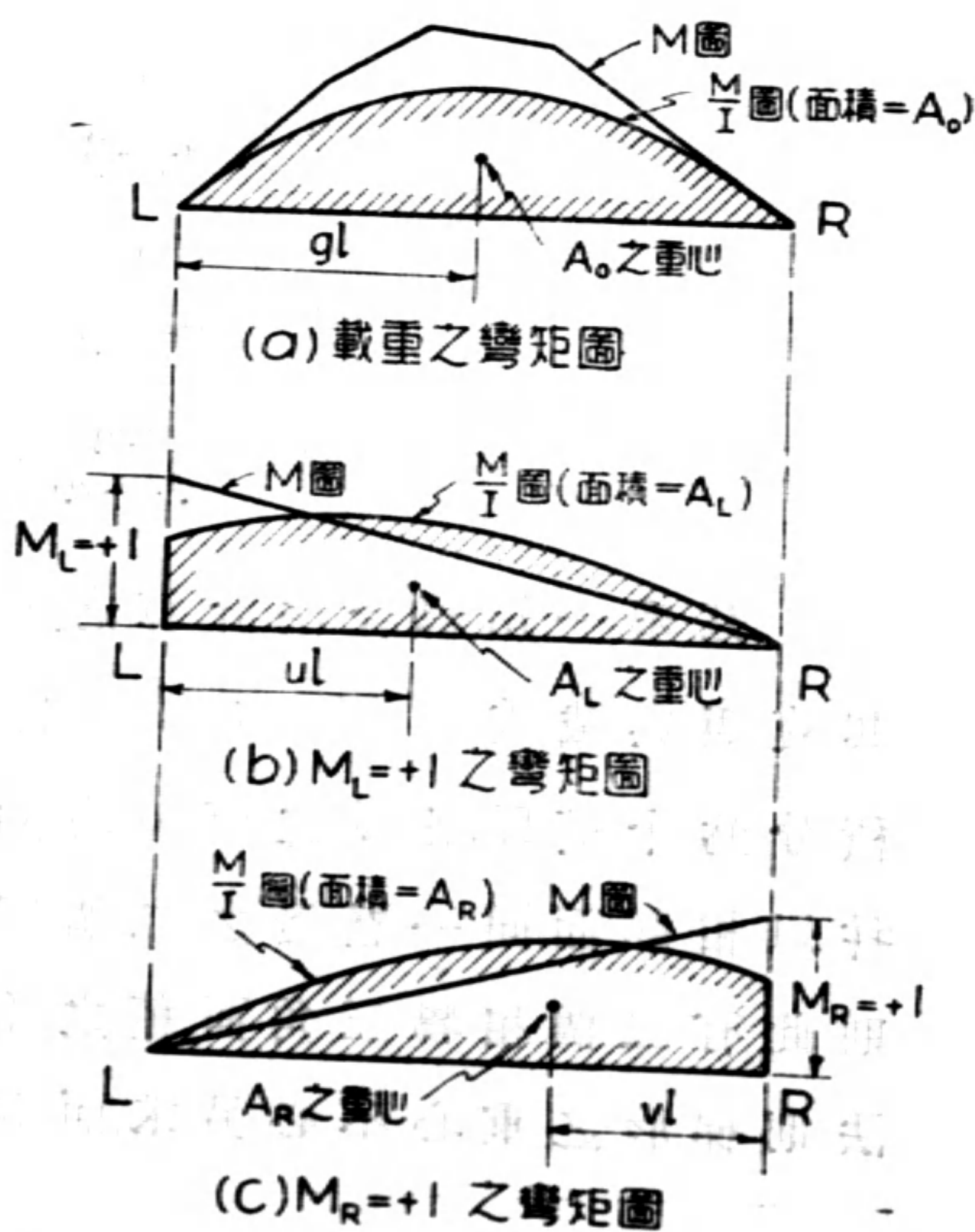


圖 (3)

(reaction)。故,

$$\alpha_L = \frac{A_L}{E} (1-u) \quad (14)$$

$$\alpha_R = \frac{A_R}{E} (1-v) \quad (15)$$

$$\beta = \frac{A_L}{E} u = \frac{A_R}{E} v \quad (16)$$

$$\alpha^0_L = \frac{A_0}{E} (1-g) \quad (17)$$

$$\alpha^0_R = \frac{A_0}{E} g \quad (18)$$

由是并可得以下諸方程:

$$\frac{A_L}{E} = \alpha_L + \beta \quad (19)$$

$$\frac{A_R}{E} = \alpha_R + \beta \quad (20)$$

$$\frac{A_0}{E} = \alpha^0_L + \alpha^0_R \quad (21)$$

$$u = \frac{\beta}{\alpha_L + \beta} \quad (22)$$

$$v = \frac{\beta}{\alpha_R + \beta} \quad (22a)$$

$$g = \frac{\alpha^0_R}{\alpha^0_L + \alpha^0_R} \quad (23)$$

茲舉一用總合法計算之例⁴。圖4(a)示一斷面改變之梁及其複矩與載重。圖4(b), 4(c)及4(d)分別示 A_0, A_L 及 A_R 之 $\frac{M}{I}$ 圖。各面積分爲十橫段, 各段之面積均爲梯形。若將梯形再分爲二個三角, 并以相鄰而同一豎邊之二個三角相聯, 如圖4(b)中之有斜線者, 則此有二個相聯三角面積之重心, 正在其共同之豎邊上。故用此法則梯形之重心不必另求, 而其面積亦正等於該豎邊之高度乘

4. 該例係採自 G. E. Large 所舉者, 見參考文獻 18, 13 頁。

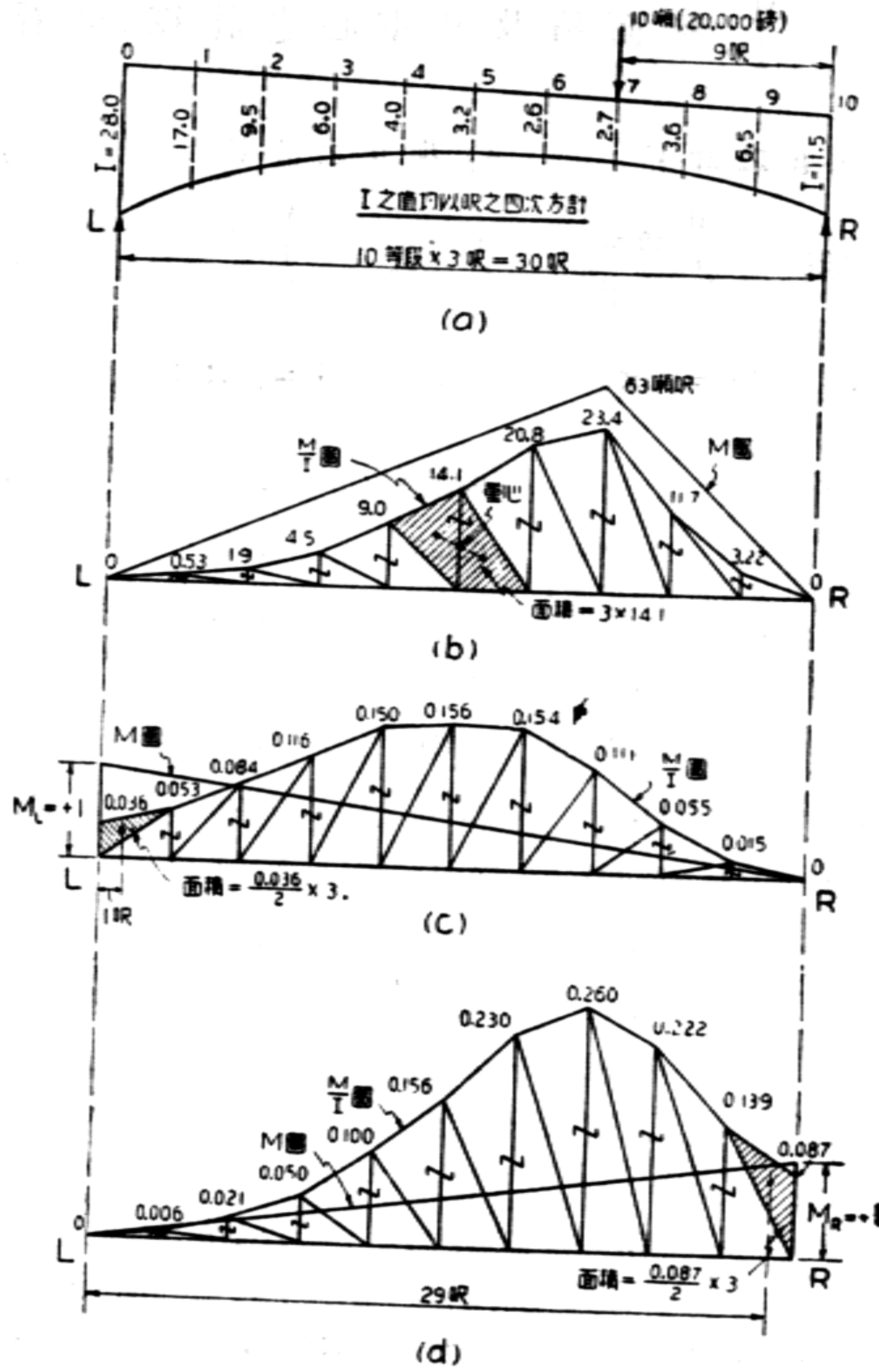


圖 (4)

每段之長度,所有之計算,均詳列第一表中,無須多加解釋,故該梁之五個角變之值如下:

$$E\alpha_L = 2.736 \times 0.536 = 1.464$$

$$E\alpha_R = 3.681 \times 0.654 = 2.409$$

$$E\beta = 2.736 \times 0.464 = 3.681 \times 0.346 = 1.272$$

$$E\alpha^0_L = 267.45 \times 0.399 = 106.61$$

$$E\alpha^0_R = 267.45 \times 0.601 = 160.74$$

其中 E 之值應為每方呎之噸數,因梁之載重亦係以噸計也。

第一表. — $\frac{M}{I}$ 圖面積及其重心之計算(參看圖4)

離左端 之矩臂 (呎)	A_0 與 g 之計算		A_L 與 u 之計算		A_R 與 v 之計算	
	$\frac{M}{I}$ 之值	$\frac{M}{I}$ 繞左 端之矩	$\frac{M}{I}$ 之值	$\frac{M}{I}$ 繞左 端之矩	$\frac{M}{I}$ 之值	$\frac{M}{I}$ 繞左 端之矩
(1)	(2)	(3)=(1)×(2)	(4)	(5)=(1)×(4)	(6)	(7)=(1)×(6)
1	.....	.....	0.018*	0.018	.....	.....
3	0.53	1.59	0.053	0.159	0.006	0.018
6	1.90	11.40	0.084	0.504	0.021	0.126
9	4.50	40.50	0.116	1.045	0.050	0.450
12	9.00	108.00	0.150	1.800	0.100	1.200
15	14.10	211.60	0.156	2.340	0.156	2.340
18	20.80	375.00	0.154	2.772	0.230	4.145
21	23.40	491.70	0.111	2.332	0.260	5.462
24	11.70	281.00	0.055	1.321	0.222	5.334
27	3.22	87.00	0.015	0.405	0.139	3.756
29	.....	.....	.....	.....	0.043*	1.248
總 合	89.15	1607.79	0.912	12.696	1.227	24.079
$A_0 = 89.15 \times 3 = 267.45$		$A_L = 0.912 \times 3 = 2.736$		$A_R = 1.227 \times 3 = 3.681$		
$g = \frac{1607.79}{89.15 \times 3} = 0.601$		$u = \frac{12.696}{0.912 \times 3} = 0.464$		$1 - v = \frac{24.079}{1.227 \times 3} = 0.654$		
$1 - g = 0.399$		$1 - u = 0.536$		$v = 0.346$		

* 該二 $\frac{M}{I}$ 之值, 爲圖4 (d) 與4 (c) 所示者之半, 因面積爲一個三角形。

圖5 (a) 及5 (b) 示以圖解求 $E\alpha_L^0$ 與 $E\alpha_R^0$ 值之法。圖5 (a) 爲一平衡多邊形, 圖5 (b) 爲一「力多邊形」(force polygon)。此法之原則, 與用圖解力學求梁之反力, 絕對相同, 無待解釋。至求 $E\alpha_L$ $E\alpha_R$ 及 $E\beta$ 之圖解法, 與此全同, 故不贅。

B. C. Jacob [19] 曾發表一方法, 可用之於此。其原理即用圖解

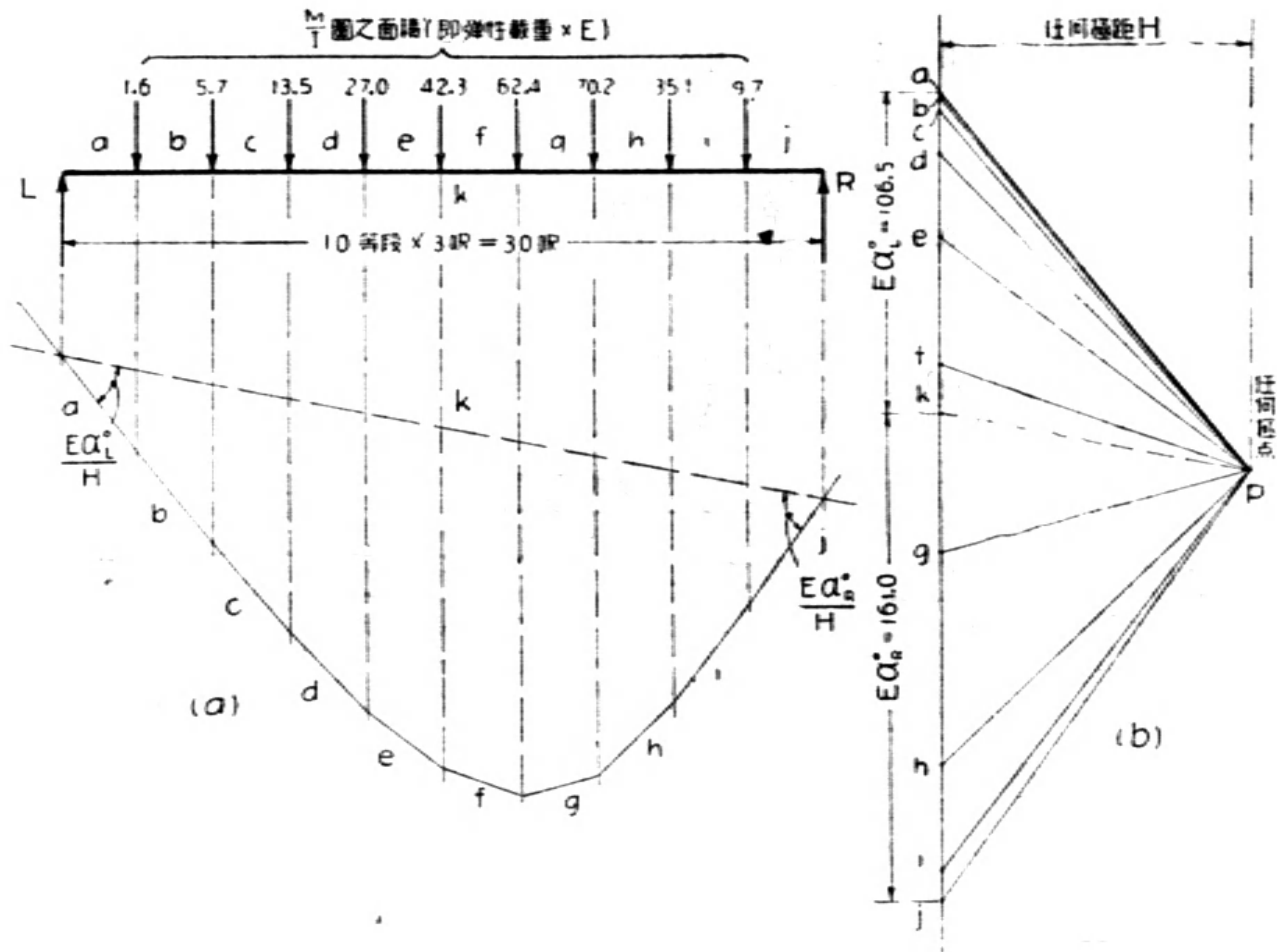


圖 (5)

以求積分，無甚新穎。即以準確而論，亦遠不及上舉之總合法。最近 W. H. Weiskopf 與 J. W. Pickworth [20] 亦發表一法，亦可用於此。但此法既長冗而又不能準確，殊不合用，著者已於他處 [23] 有詳細之討論矣。此外尚有利用特種儀器之解法，如瑞士出品之 Amsler Integrator，應省時便用，惟每具之價值甚昂。

現下斷面改變之連續架，多用之鋼筋混凝土構造。為求設計之經濟起見，鋼筋混凝土梁之一端或兩端，常漸次將高度增大，至支點而止。約如圖 4 (a) 所示之梁。實際上此種梁之高度漸次增大，不論祇在一端，或兩端均有，其通常形式，多為直線，「拋物線」(parabolic)，或「銳曲線」(sharply-curved) 形，如圖 6 所示之六種。若梁斷面之改變為此種形式，則五角變之計算，可用 A. Strassner [11-101 至 112 頁] 之表，其法如下 [21-33 至 35 頁]：—

$$\alpha_L = \frac{l}{3EI'} \varphi \alpha_L \tag{24}$$

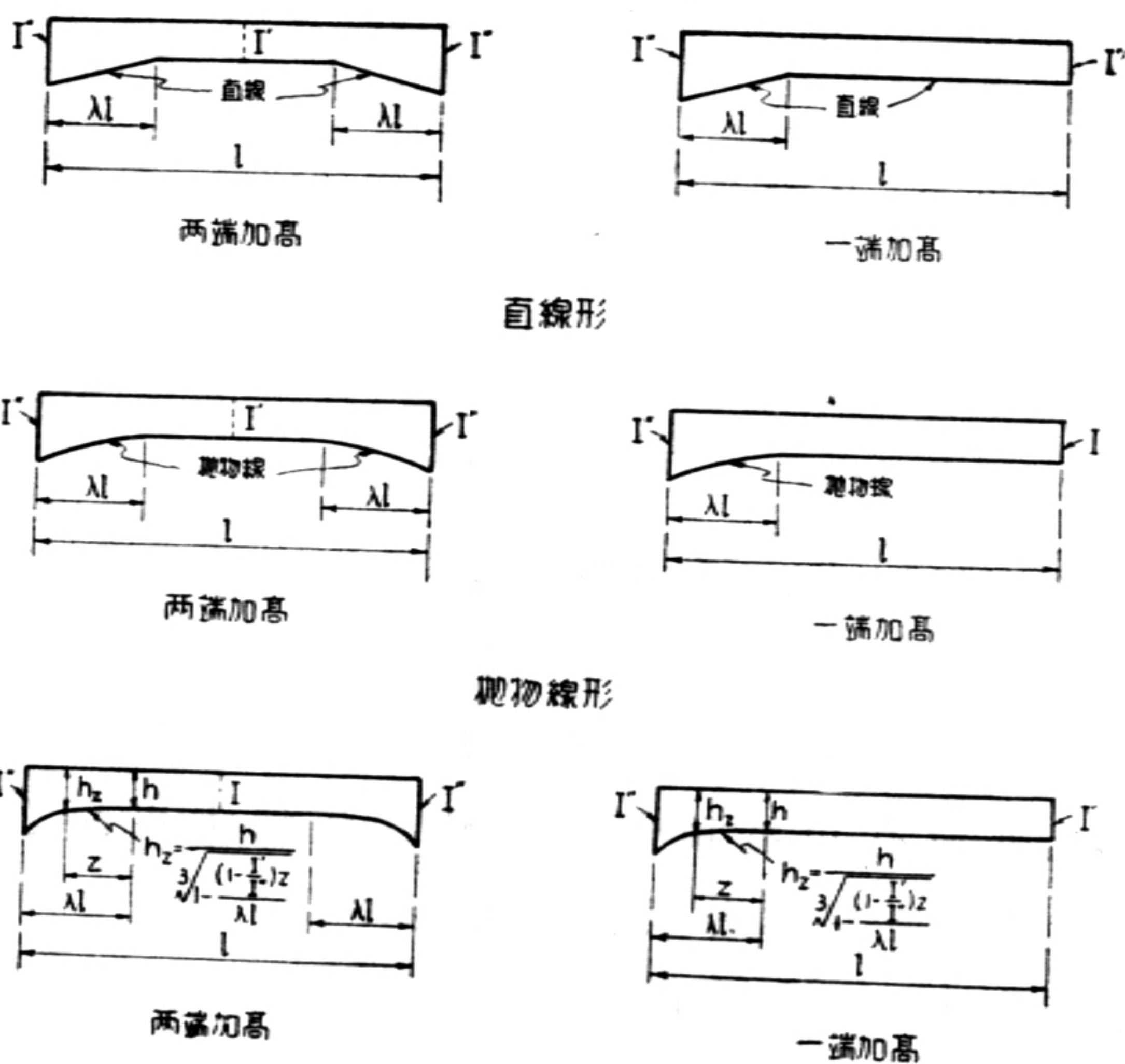
$$\alpha_R = \frac{l}{3EI'} \varphi \alpha_R \tag{25}$$

$$\beta = \frac{l}{6EI'} \varphi_{\beta} \tag{26}$$

$$\alpha^0_L = \frac{l^2 \varphi_{\beta}}{6EI'} \left(\frac{W \varphi_s}{K} \right) \tag{27}$$

$$\alpha^0_R = \frac{l^2 \varphi_{\beta}}{6EI'} \left(\frac{W \varphi_t}{K} \right) \tag{28}$$

梁端加高之通常形式



銳曲線形
圖 (6)

其中 W 為一個集中載重之量,或全跨均佈載重之總量, K 為一恆數,在集中載重,其值為 1;在全跨均佈載重,其值為 4。若一跨有數種或數個載重,則計算 α^0_L 與 α^0_R 時,應用各個載重 $\frac{W \varphi_s}{K}$ 或 $\frac{W \varphi_t}{K}$ 之和。 φ_{α_L} , φ_{α_R} 及 φ_{β} 為梁係數,而 φ_s 及 φ_t 為載重係數。用此表有一重要之點,亟須注意。即在對稱式之梁(即梁高度之增大,兩端相同者),而全跨承受均佈載重時,不論其形式如何, φ_s 與 φ_t 之值均為 1。故於此無表之需要。為便利國內工程師起見,茲將 Strassner 表

之排列方法,稍加改變,為本文之附錄。至其詳細用法,以後當舉例。此外 Walter Ruppel [15-167 至 187 頁] 亦有一份表,但係由 Strassner 表折化而來,并略加補充。

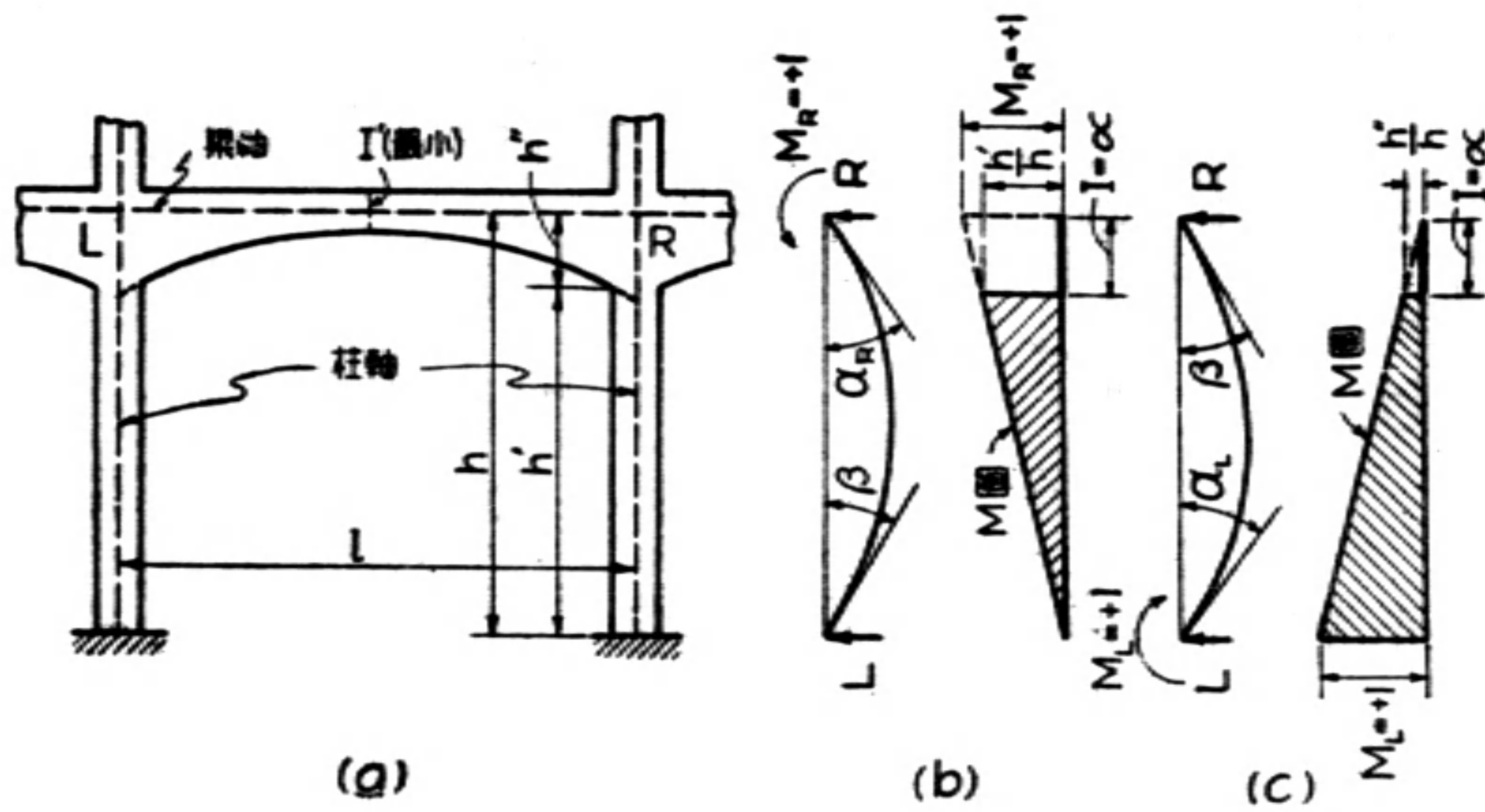


圖 (7)

柱之角變求法,與梁相同。若梁之兩端過大,如圖 7 (a),則在連續架柱與梁之結合部份,柱之複矩,應視為無窮,即 $I = \alpha$, 但柱之高度,仍自柱底量至梁軸。若柱之斷面不變,則柱係數之三個角變(圖 7 (b) 與 7 (c)), 可用下列方程求之。

$$\alpha_R = \frac{h'^3}{3EIh^2} \quad (29)$$

$$\alpha_L = \frac{h^3 + h''^3}{3EIh^2} \quad (30)$$

$$\beta = \frac{h^2(h + 2h'')}{3EIh^2} \quad (31)$$

如柱亦受有載重,其 α^0_L 與 α^0_R 之求法,與上述者同。

III. 基本彈性方程

圖 8 (a) 示一斷面改變之梁 L-R, 承受任何載重。其兩端支點受有彈性控制 (elastically restrained)。若其左端或右端受有一單位彎矩,則該端之角變為 ϵ_L 或 ϵ_R 。至其有彈性控制之支點係牆或柱,抑係連續架之一部,均無不可。因載重之作用,該梁之兩端必

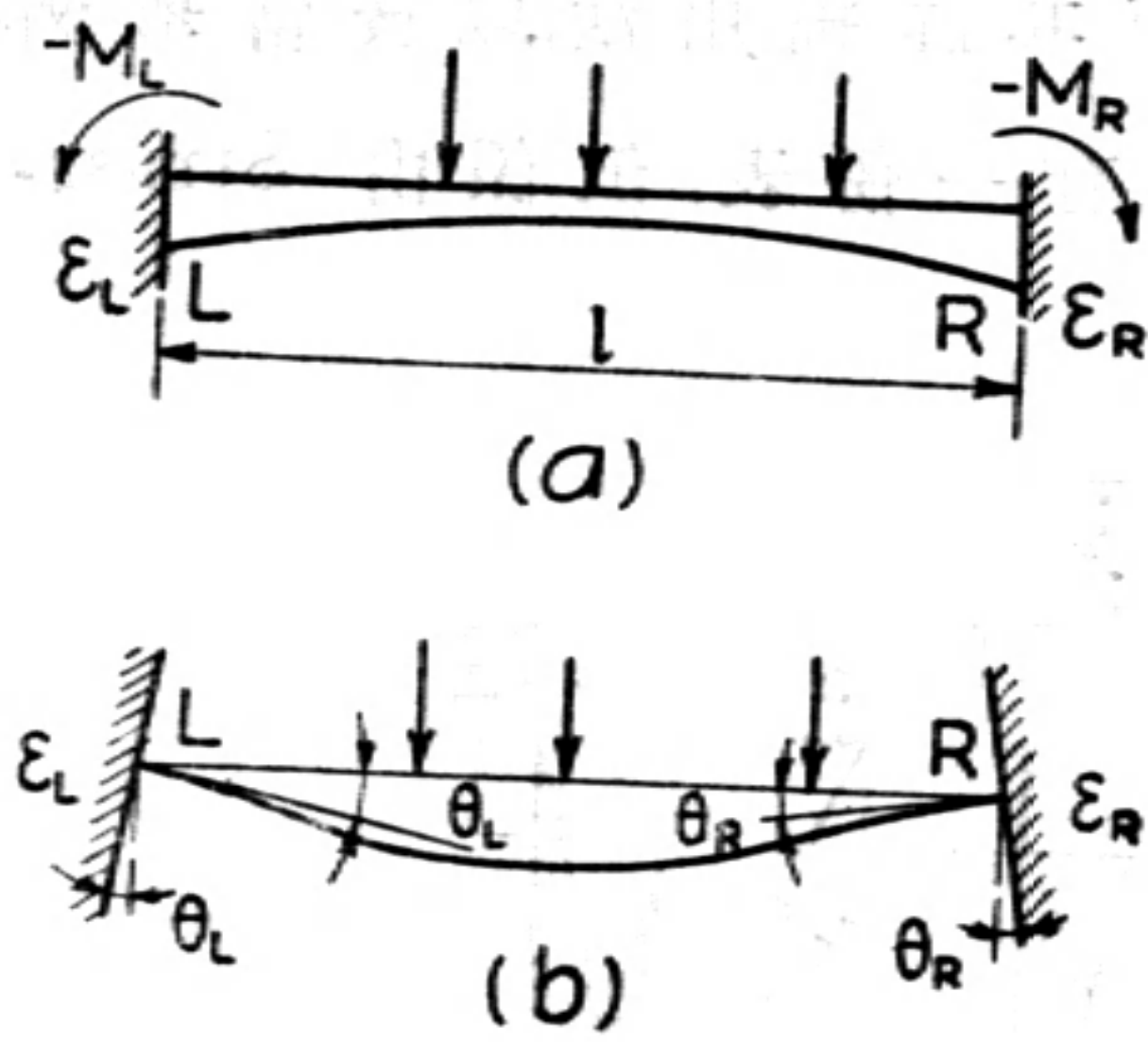


圖 (8)

有角變 θ_L 與 θ_R 之發生 (圖 8 (b))。其支點加於梁兩端之彎矩 M_L 與 M_R , 如圖所示, 原為負號, 但以下方程中當假定其為正號。依「疊加」(superposition) 之原理, 則,

$$e_L = \alpha^0_L + M_L \alpha_L + M_R \beta \quad (32)$$

$$e_R = \alpha^0_R + M_R \alpha_R + M_L \beta \quad (33)$$

支點加於梁端之力矩 M_L 與 M_R 既已假定為正號, 則梁端加於支點之 M_L 與 M_R , 必相反而為負號, 故,

$$e_L = -M_L \epsilon_L \quad (34)$$

$$e_R = -M_R \epsilon_R \quad (35)$$

從方程 (32) 至 (35) 中, 消去 e_L 與 e_R , 則得,

$$M_L (\alpha_L + \epsilon_L) + M_R \beta = -\alpha^0_L \quad (36)$$

$$M_R (\alpha_R + \epsilon_R) + M_L \beta = -\alpha^0_R \quad (37)$$

方程 (36) 與 (37) 即需求之基本彈性方程也。

IV. 單跨梁之定點

圖 9 (a) 示一梁, 其左端受有彈性控制, 但其右端僅簡單支住 (simply-supported)。若以任何正彎矩 M_R 加於其右端, 則同時其左

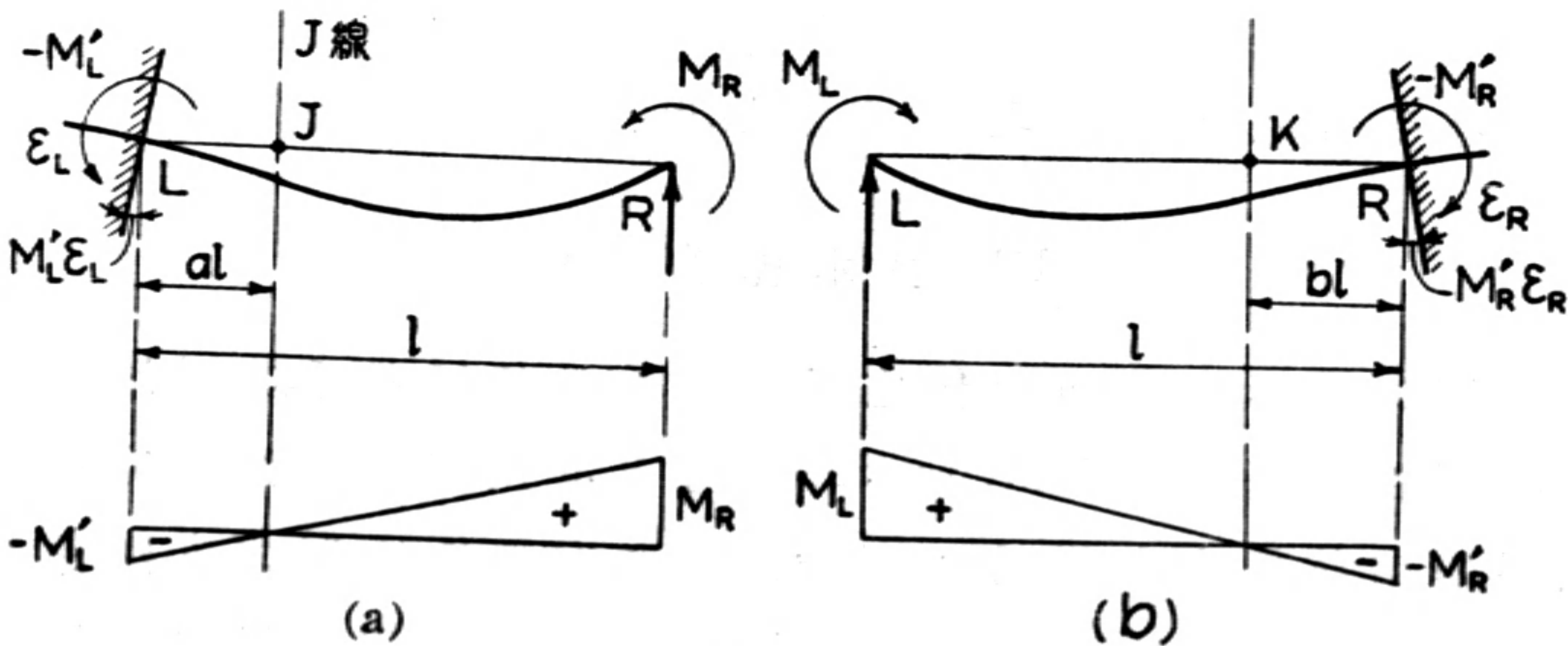


圖 (9)

端必有一負彎矩 M'_L (圖 9 (a))。該梁並未承受載重, 故 $\alpha^0_L = 0$ 。由方程 (36) 可得,

$$-M'_L(\alpha_L + \varepsilon_L) + M_R\beta = 0 \quad (38)$$

由圖 9 (a) 之彎矩圖則 M'_L 與 M_R 之數值 (不論正負) 關係如下:

$$M'_L = M_R \frac{a}{1-a} \quad (39)$$

以方程 (39) 代入 (38) 中, 則,

$$-\frac{a}{1-a}(\alpha_L + \varepsilon_L) + \beta = 0 \quad (40)$$

由是,

$$a = \frac{\beta}{\alpha_L + \beta + \varepsilon_L} \quad (41)$$

方程 (41) 表示彎矩為零之 J 點與梁左端之距離。該 J 點稱為左定點。同此, 若該梁之右端受有彈性控制, 而其左端僅簡單支住; 并以任何正彎矩 M_L 加於其左端 (圖 9 (b)), 則接近右端處, 有另一彎矩為零之 K 點, 稱為右定點。此右定點 K 與梁右端之距離, 可以下列方程表之,

$$b = \frac{\beta}{\alpha_R + \beta + \varepsilon_R} \quad (42)$$

由方程 (41) 與 (42), 即知此左右二定點 J 與 K 之位置, 全在乎梁及其支點之情形, 與梁之載重無關。因該二方程中并無 α^0_L 與 α^0_R 也。

若梁之任一端係簡單支住, 則該端 ε 之值為無窮, 而接近該端之定點亦與其支點相合。換言之, 若梁左端係簡單支住, $a=0$; 若梁右端係簡單支住, $b=0$ 。

若梁之任一端係固定 (rigidly fixed), 則該端 ε 之值為零, 故

$$a = \frac{\beta}{\alpha_L + \beta} \quad (\text{若梁左端係固定}) \quad (43)$$

$$b = \frac{\beta}{\alpha_R + \beta} \quad (\text{若梁右端係固定}) \quad (44)$$

此二特別定點, 其位置由方程 (43) 與 (44) 表示, 將分別稱為 F 與

G 點 (圖 10)。於此可注意方程 (43) 與 (44) 所表之 a 與 b 之值,與以

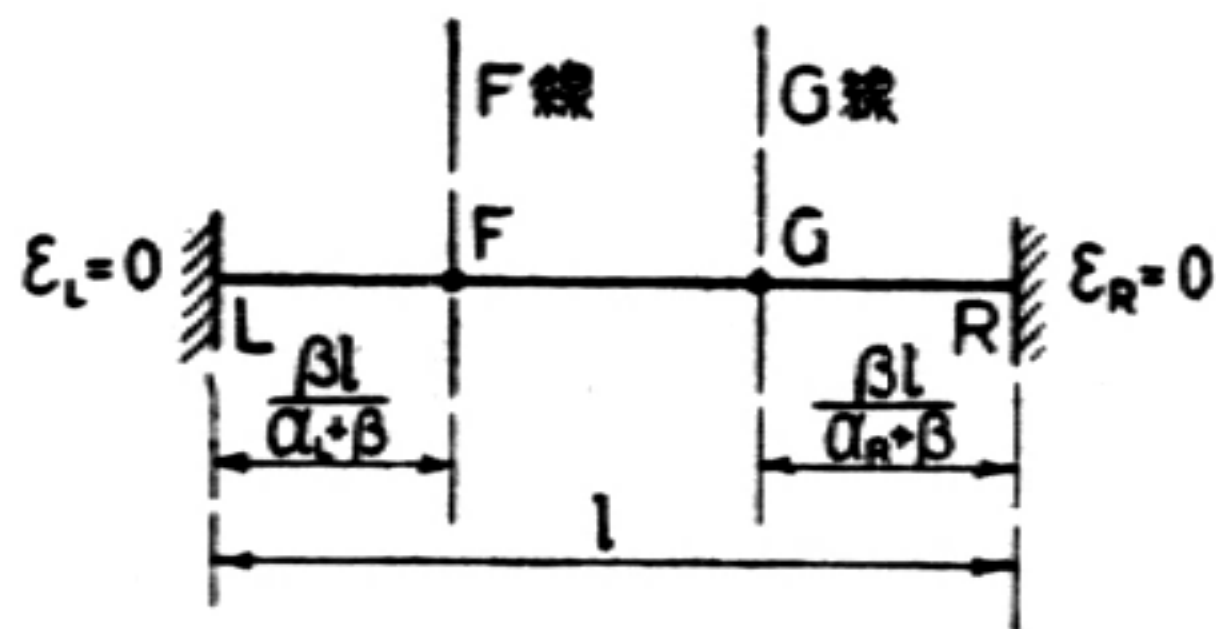


圖 (10)

前方程 (22) 與 (23) 所表之 u 與 v 之值,完全相同。由是可知 F 與 G 點在梁軸上之位置,與 A_L 與 A_R 重心係在同一豎線 (vertical line) 上。

其經過 J 與 K 二普通定點之豎線,將稱為 J 線與 K 線,而經過 F 與 G 二特別定點之豎線,將稱為 F 線與 G 線 (圖 9 與圖 10)。

以上所述者,亦適用於連續架之柱。

V. 連續梁隣跨之定點

圖 11 (a) 示一連續梁之任何二鄰跨 AB 與 BC。若以任何彎矩 M_c 加於跨 2 之 C 端,則該二跨之彎矩圖如圖 11 (b) 所示。設已知

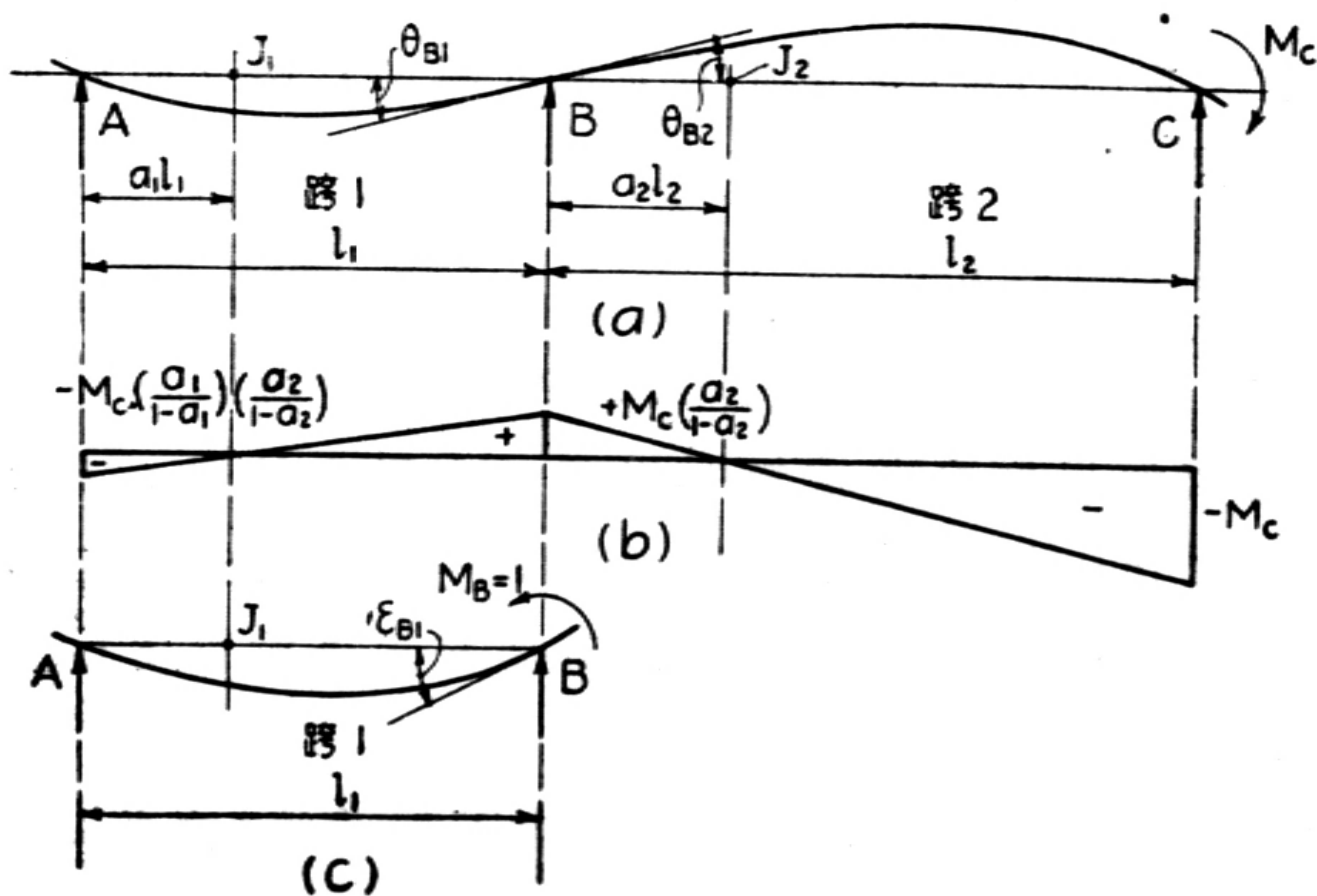


圖 (11)

跨 1 之左定點 J_1 , 則跨 2 之左定點 J_2 , 不難求得。由方程 (33) 可得跨 1 右端之角變如下:

$$\theta_{B1} = M_C \left(\frac{a_2}{1-a_2} \right) \alpha_{R1} - M_C \left(\frac{a_1}{1-a_1} \right) \left(\frac{a_2}{1-a_2} \right) \beta_1 \quad (45)$$

由方程 (32) 又可得跨 2 左端之角變如下:

$$\theta_{F2} = M_C \left(\frac{a_2}{1-a_2} \right) \alpha_{L2} - M_C \beta_2 \quad (46)$$

該梁之二跨在 B 點既有連續性 (Continuity), 則

$$\theta_{B1} = -\theta_{F2} \quad (47)$$

如此, 由方程 (45) 與 (46), 則跨 2 左定點 J_2 之位置, 可由下列方程 (48) 求之,

$$a_2 = \frac{\beta_2}{\alpha_{L2} + \beta_2 + \alpha_{R1} - \frac{a_1}{1-a_1} \beta_1} \quad (48)$$

同此, 設已知跨 2 之右定點 K_2 , 則跨 1 右定點 K_1 之位置 (圖 12), 可由下列方程 (49) 求之。

$$b_1 = \frac{\beta_1}{\alpha_{R1} + \beta_1 + \alpha_{L2} - \frac{b_2}{1-b_2} \beta_2} \quad (49)$$

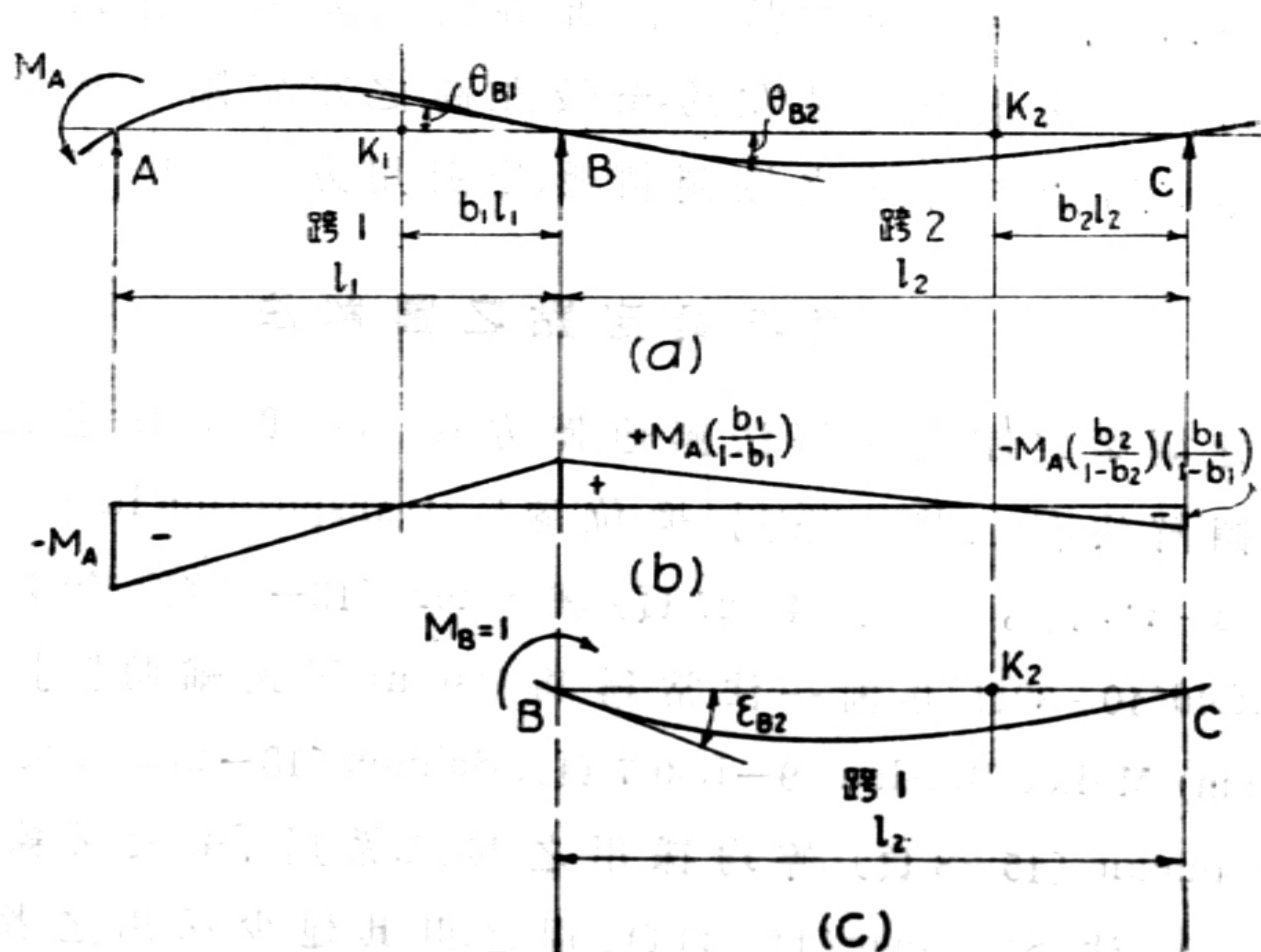


圖 (12)

設圖 11 (a) B 點之彎矩 $M_B=1$, 而其角變為 ε_{E1} (圖 11 c) 將方程 (45) 中之 $M_C \left(\frac{\varepsilon_2}{1-\varepsilon_2} \right)$ 改為 1, 而 θ_{E1} 改為 ε_{E1} , 則,

$$\varepsilon_{E1} = \alpha_{R1} - \frac{a_1}{1-a_1} \beta_1 \quad (48a)$$

同此, 設圖 12 (a) B 點之彎矩 $M_B=+1$, 而其角變為 ε_{i2} (圖 12 c), 則

$$\varepsilon_{i2} = \alpha_{L2} - \frac{b_2}{1-b_2} \beta_2 \quad (49a)$$

以方程 (48a) 與 (49a) 分別代入方程 (48) 與 (49) 中, 則,

$$\varepsilon_2 = \frac{\beta_L}{\alpha_{L2} + \beta_2 + \varepsilon_{i1}} \quad (48b)$$

與,

$$b_2 = \frac{\beta_1}{\alpha_{R1} + \beta_1 + \varepsilon_{i2}} \quad (49b)$$

方程 (48b) 及 (49b) 與方程 (41) 及 (42) 絕對相似, 所不同之點, 即前者之 ε 為梁端之角變, 而後者之 ε 為支點之角變也。

由是可知, 在任何跨數之連續梁, 各跨左定點 J 之求法, 應自其最左跨起, 依次推至其最右跨; 而各跨右定點 K 之求法, 應自其最右跨起, 依次推至其最左跨。至最左跨之左定點 J 與最右跨之右定點 K, 可依其跨端之控制情形, 分別用方程 (41) 與 (42) 求之。

VI. 連續梁定點之圖解法

連續梁定點之圖解法無他, 僅方程 (48) 與 (49) 之圖解而已。此種圖解法有二: 其一, 係用「換位線」(transposition lines) 法, 創自 Mohr [3-375 頁]。Ritter [4-27 頁] 與 Suter [12-55 頁] 等均採用之。Ostenfeld [10-89 頁] 亦創一法, 常稱為「Ostenfeld 氏輔助圖」(auxiliary diagram) Müller-Breslau [9-I. 407 頁], Salmon [13-13 頁], 及 Nishkian 與 Steinman [15-8 頁] 等均採用之。其二, 係用「梁交叉線」(beam cross lines) 法, Strassner [11-33 頁] 用之, 但其他少採用之者。比較言之, Mohr 與 Ostenfeld 之法, 大同小異, 無可軒輊, 但均較 Strassner 之

法使用。

1. Mohr 之法 試述 Mohr 之法。圖 13(a) 示一連續梁之任何二鄰跨，其 G_1 與 F_2 線係用方程 (43) 與 (44) 所算定。跨 1 之左定點

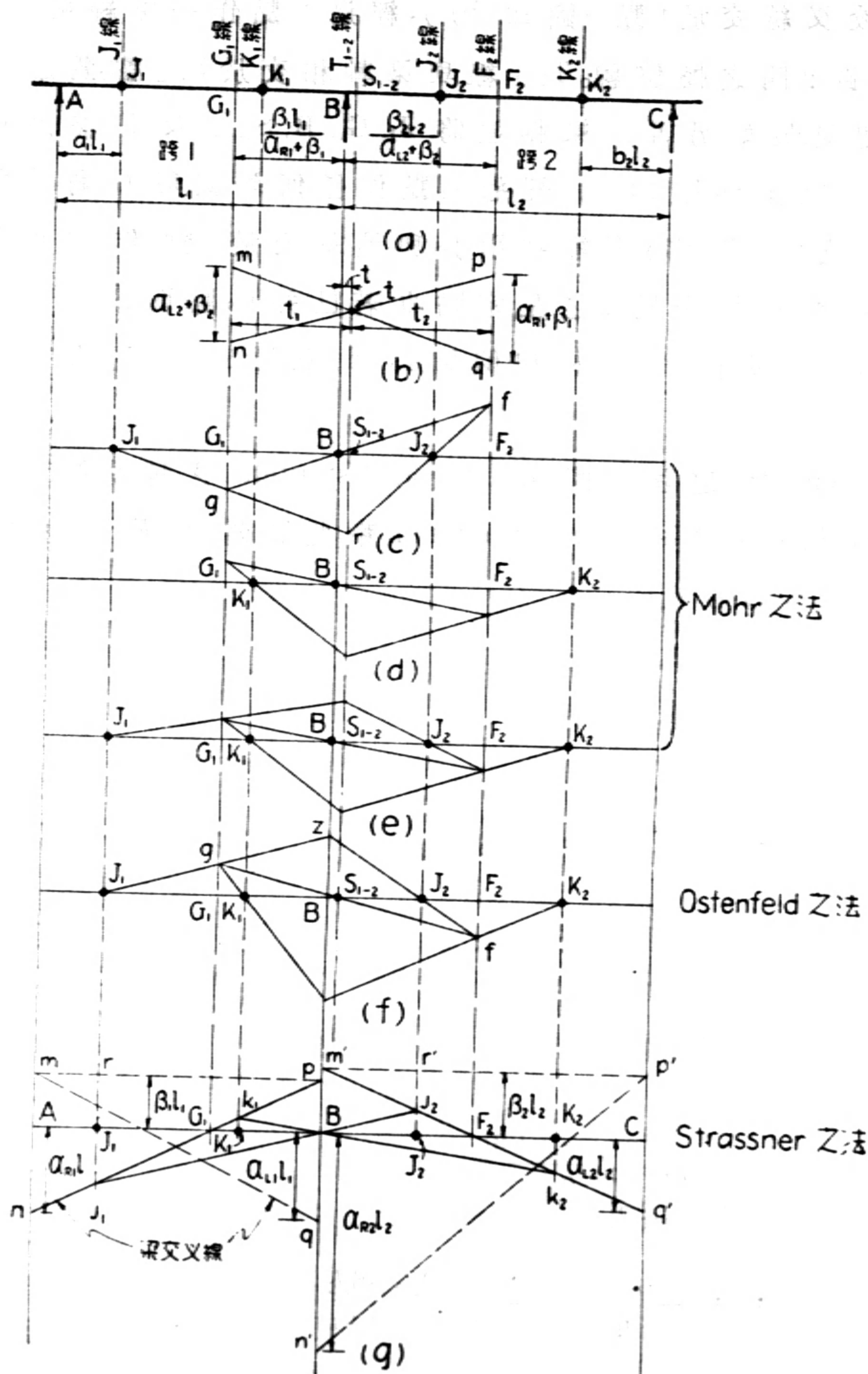


圖 (13)

J_1 及跨 2 之右定點 K_2 均係已知, 所須求得者, 為跨 2 之左定點 J_2 , 及跨 1 之右定點 K_1 。

於 G_1 線上量定 $mn = \alpha_{L2} + \beta_2$, 於 F_2 線上量定 $pq = \alpha_{R1} + \beta_1$, 連 mq 與 np 作二交叉線, 交於 t 點 (圖 12 (b))。經過 t 點作一豎線, 稱 T_{1-2} 線, 即跨 1 與跨 2 間之換位線。 T_{1-2} 線與梁軸相交於 S_{1-2} 點。為避免紛亂不清起見, 最好另畫一梁軸, 並將 J_1, G_1, B, S_{1-2} , 及 F_2 諸點, 投影 (projected) 其上, 如圖 13 (c)。經過 J_1 點作任何斜線, 與 G_1 線交於 g 點及 T_{1-2} 交於 r 點。作 gB 線并引長與 F_2 線交於 f 點。作 rf 線與梁軸交於 J_2 點, 即所求跨 2 之左定點也, 若已知 K_2 點而求 K_1 點, 其方法如圖 13 (d), 與圖 13 (c) 極相似。圖 13 (d) 與圖 13 (c) 可合而成一圖, 如圖 13 (e)。

2. **Ostenfeld 之法** 圖 13 (f) 示 Ostenfeld 之輔助圖, 大致與 Mohr 之法相彷彿 Nishkian 與 Steinman 稱此圖為「尖旗圖」(pennant diagram), 以其形似也。

由圖 13 (b) 可知,

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\alpha_{L2} + \beta_2}{\alpha_{R1} + \beta_1} \quad (50)$$

$$t_1 + t_2 = \frac{\beta_1 l_1}{\alpha_{R1} + \beta_1} + \frac{\beta_2 l_2}{\alpha_{L2} + \beta_2} \quad (51)$$

由是,

$$t_1 = \frac{\beta_2 l_2 + \beta_1 l_1 \frac{\alpha_{L2} + \beta_2}{\alpha_{R1} + \beta_1}}{\alpha_{R1} + \beta_1 + \alpha_{L2} + \beta_2} \quad (52)$$

與,

$$t_2 = \frac{\beta_1 l_1 + \beta_2 l_2 \frac{\alpha_{R1} + \beta_1}{\alpha_{L2} + \beta_2}}{\alpha_{R1} + \beta_1 + \alpha_{L2} + \beta_2} \quad (53)$$

$$t = t_1 - \frac{\beta_1 l_1}{\alpha_{R1} + \beta_1} = \frac{\beta_2 l_2 - \beta_1 l_1}{\alpha_{R1} + \beta_1 + \alpha_{L2} + \beta_2} \quad (54)$$

3. **Strassner 之法** 次述 Strassner 之法。以下法作各跨之梁

交叉線,如圖 13 (g)。於經過跨 1 左支點豎線上,量 $m A = \beta_1 l_1$, 與 $A n = \alpha_{R1} l_1$ 。又於經過該跨右支點之豎線上,量 $p B = \beta_1 l_1$ 與 $B q = \alpha_{L1} l_1$ 作 $m q$ 與 $n p$ 二線。即跨 1 之梁交叉線也。其他跨梁交叉線之作法同此。設跨 1 之左定點 J_1 為已知,則跨 2 之左定點 J_2 可用梁交叉線求之。經過 J_1 線與 $n p$ 之交點 j_1 作 $j_1 B$ 線,並引長與跨 2 之 $m'q'$ 交於 j_2 點,經過 j_2 之豎線即為 J_2 線,與梁軸交於 J_2 點,即所求跨 2 左定點。若已知 K_2 點而求 K_1 點,其方法亦示於圖 13 (g) 中,與求 J_2 點極相似。

上述求定點圖解法之正確,不難以幾何學證明之,茲試以 Ostenfeld 之法為例。由圖 13 (f) 可知,

$$\frac{J_2 F_2}{J_2 B} = \frac{F_2 f}{B z} \times \frac{G_{1g}}{G_{1g}} = \frac{F_2 f}{G_{1g}} \times \frac{G_{1g}}{B z} \quad (55)$$

但,

$$\frac{F_2 f}{G_{1g}} = \frac{\alpha_{R1} + \beta_1}{\alpha_{L2} + \beta_2}$$

$$\frac{G_{1g}}{B z} = \frac{J_1 G_1}{J_1 B} = 1 - \frac{\beta_1}{(\alpha_{R1} + \beta_1)(1 - a_1)}$$

$$J_2 F_2 = \frac{\beta_2 l_2}{\alpha_{L2} + \beta_2} - J_2 B$$

代入方程 (54) 并化簡,則,

$$J_2 B = \frac{\beta_2 l_2}{\alpha_{L2} + \beta_2 + \alpha_{R1} - \frac{a_1}{1 - a_1} \beta_1} \quad (56)$$

以方程 (56) 與 (48) 相比較,則,

$$J_2 B = e_2 l_2$$

故 J_2 即所求之跨 2 左定點。至 Mohr 之法,以下當以另一法證明之。

定點之圖解法,亦如用方程 (48) 與 (49) 之計算法,其左定點 J 之求法,應自最左跨起,依次推至最右跨;而右定點 K 之求法,應自最右跨起依次推至最左跨。至最左跨之 J 點與最右跨之 K 點,可依跨端之控制情形,分別用方程 (41) 與 (42) 求之。

VII. 定點圖解之另一解釋

Mohr 求定點之圖解法,尙有另一解釋。圖 14 (a) 所示之梁與圖 9(a) 者大約相同。其彎矩圖 (圖 14 (b)) 可視為正彎矩圖 ABf 與正彎矩圖 ABe 相合而成。若以該二彎矩圖各除以 EI, 則依方程 (19), (20), (22), 與 (22a), 其面積及重心之位置如下 (圖 14 (c)):

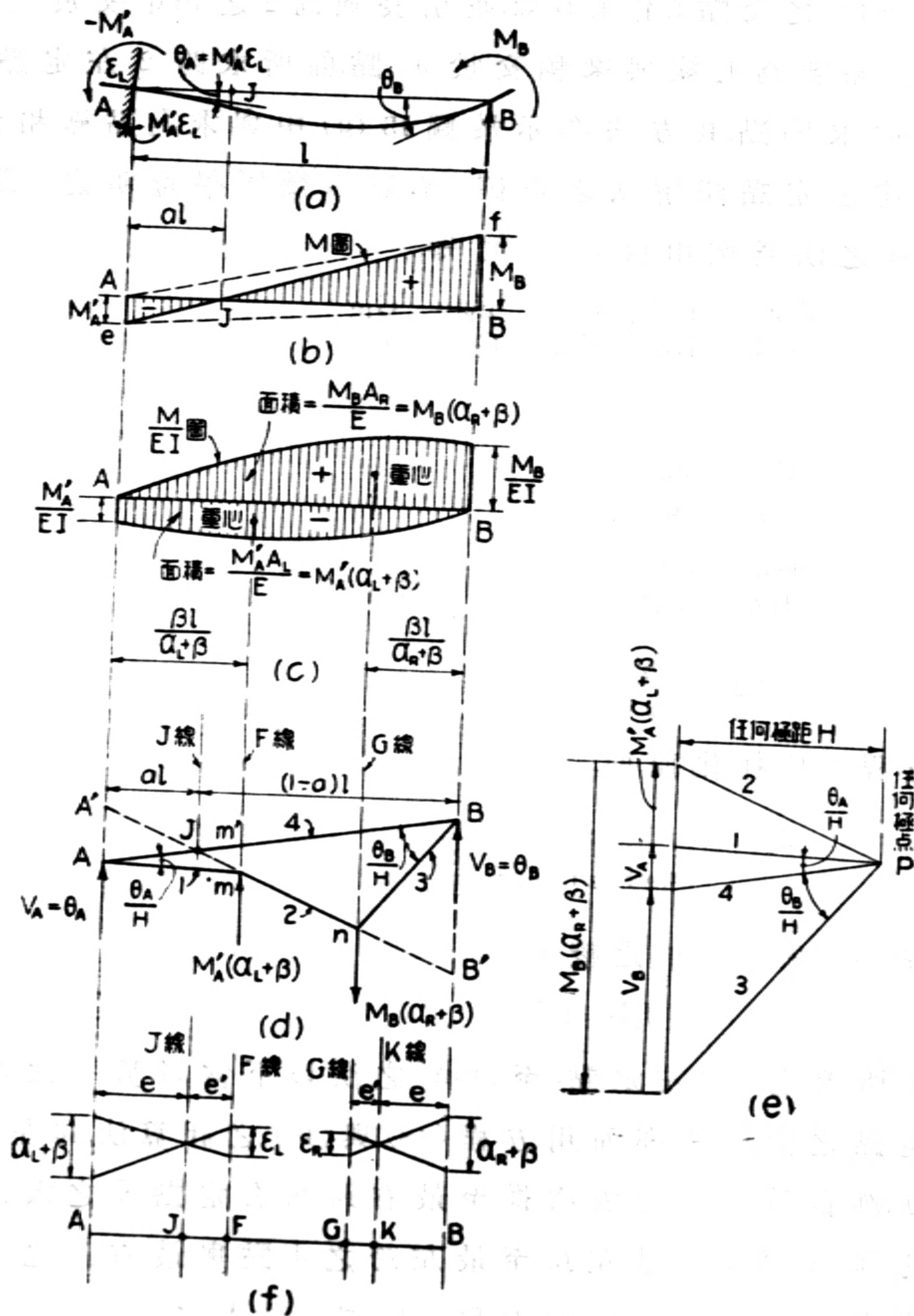


圖 (14)

	面積	重心之位置
正 $\frac{M}{EI}$ 圖	$\frac{M_B A_R}{E} = M_B(\alpha_R + \beta)$	$vl = \frac{\beta l}{\alpha_R + \beta}$
負 $\frac{M}{EI}$ 圖	$\frac{M'_A A_L}{E} = M'_A(\alpha_L + \beta)$	$ul = \frac{\beta l}{\alpha_L + \beta}$

又以該二面積，視為各集中於其重心，成二個集中彈性載重，正者向上，負者向下。以任何「極距」(polar distance) H 與任何極點 (pole) P ，作一力多邊形 (圖 14 (e)) 及一平衡多邊形 (圖 14 (d))。依前述彎矩面積之原理，則 $V_A = \theta_A$ ， $V_B = \theta_B$ ，故 $\angle JAm = \frac{\theta_A}{H}$ ， $\angle JBn = \frac{\theta_B}{H}$ 。若將 mn 向其兩端引長，與 AB 交於 J 點並與豎線 BB' 交於 B' 點，此 J 點即該梁之左定點。由圖 14 (d) 與 (e)，可知，

$$(1-a)l = \frac{BB' \times H}{V_A + M'_A(\alpha_L + \beta)} \quad (57)$$

但，

$$BB' = \frac{M_B(d_R + \beta)}{H} \times \frac{\beta l}{\alpha_R + \beta} = \frac{M_B \beta l}{H}$$

$$M'_A(\alpha_L + \beta) = M_B(\alpha_L + \beta) \left(\frac{a}{1-a} \right)$$

$$V_A = \theta_A = M'_A \epsilon_L = M_B \epsilon_L \left(\frac{a}{1-a} \right)$$

代入方程 (57) 中，并化簡，得，

$$a = \frac{\beta}{\alpha_L + \beta + \epsilon_L} \quad (41)$$

此即證明以上法作任何平衡多邊形， mn 必經過 AB 與 J 線 (即經過右定點 J 之豎線) 之交點 J 。

由圖 14 (d)，可知，

$$\frac{AA'}{\beta l} = \frac{M'_A(\alpha_L + \beta)}{H}$$

又，

$$\frac{\frac{mm'}{\alpha_L + \beta}}{\beta l} = \frac{V_A}{H} = \frac{\theta_A}{H} = \frac{M'_A \epsilon_L}{H}$$

故,

$$\frac{e}{e'} = \frac{AA'}{mm'} = \frac{\alpha_L + \beta}{\epsilon_L} \quad (58)$$

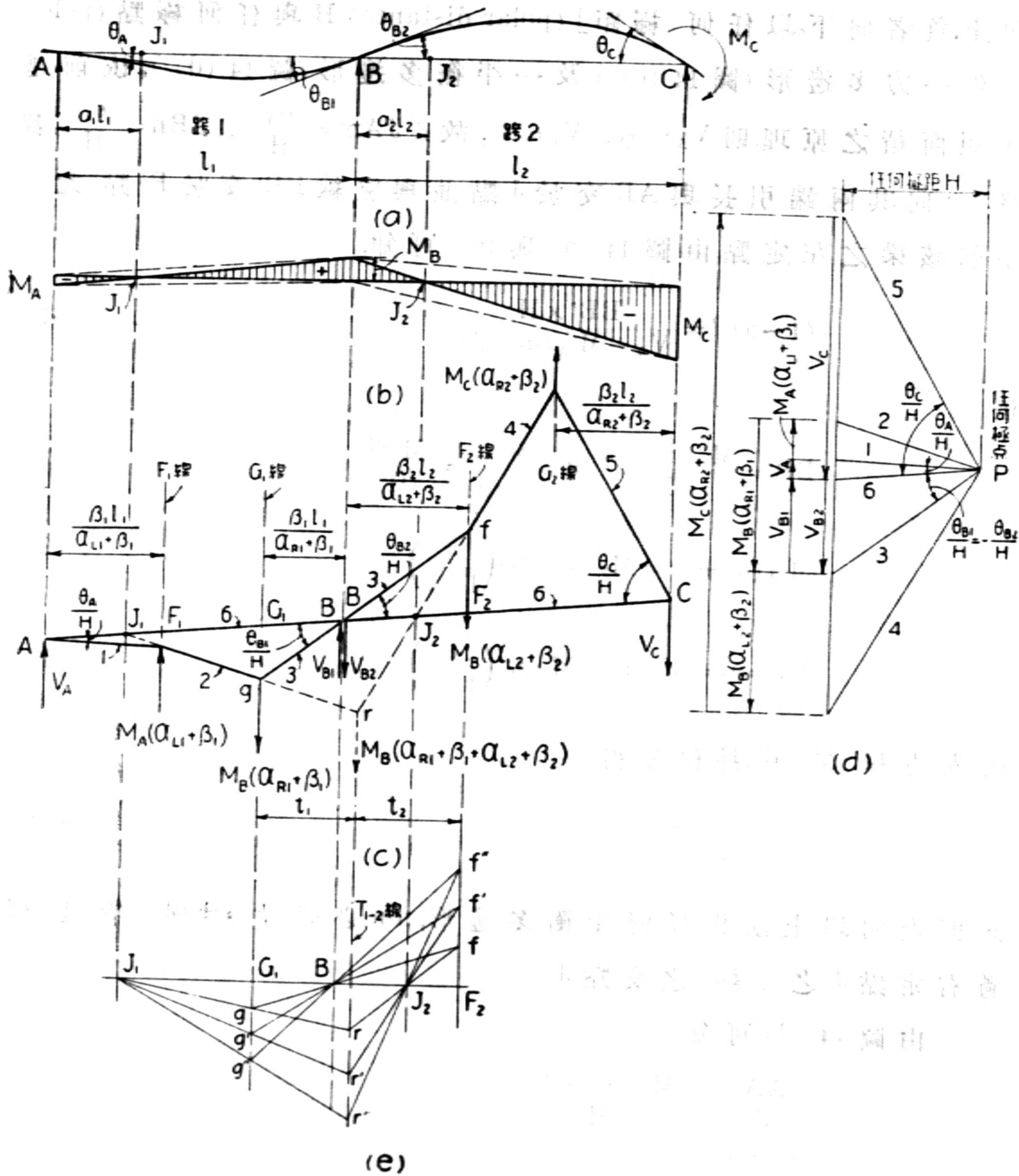


圖 (15)

由方程 (58), 并可得一求左定點 J 之圖解法。於經過 A 之豎線上, 量距離等於 $\alpha_L + \beta$, 又於 F 線上量距離 ϵ_L , 作二交叉線 (圖 14(f)), 其交點必在 J 線上, 即左定點 J 之位置。

若欲求右定點 K, 則,

$$\frac{e}{e'} = \frac{\alpha_R + \beta}{\epsilon_R} \quad (58a)$$

其圖解法亦見圖 14 (f)。

圖 15 (a) 與 (b) 示任何連續梁之兩鄰跨及其彎矩圖, 與圖 11 (a) 與 (b) 相似。 M_C 係外加之彎矩, 故為已知。並將該兩連續跨視為二簡單跨, 再依圖 14(d) 之方法, 用同一極點及一極距 (圖 15(d)), 作二簡單跨在集中彈性載重下之平衡多邊形, 如圖 15 (c)。依該二跨之連續性, 則,

$$\theta_{E1} = -\theta_{E2}$$

如是, 若 AB 與 BC 線 (即線 (string) 6) 係一直線, 則 gB 與 Bf 亦必係一直線。依圖 15(d), 集中彈性載重 $M_B(\alpha_{R1} + \beta_1)$ 與 $M_B(\alpha_{L2} + \beta_2)$ 合力 (resultant) 之作用線 (line of action), 必經過線 2 與線 4 之交點 r (圖 15 (c))。依求合力之方法, 則此合力作用線之位置如下:

$$t_1 M_B(\alpha_{R1} + \beta_1 + \alpha_{L2} + \beta_2) = (t_1 + t_2) M_B(\alpha_{L2} + \beta_2) \quad (58)$$

由是得與方程式 (50) 相同之結果,

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\alpha_{L2} + \beta_2}{\alpha_{R1} + \beta_1} \quad (50)$$

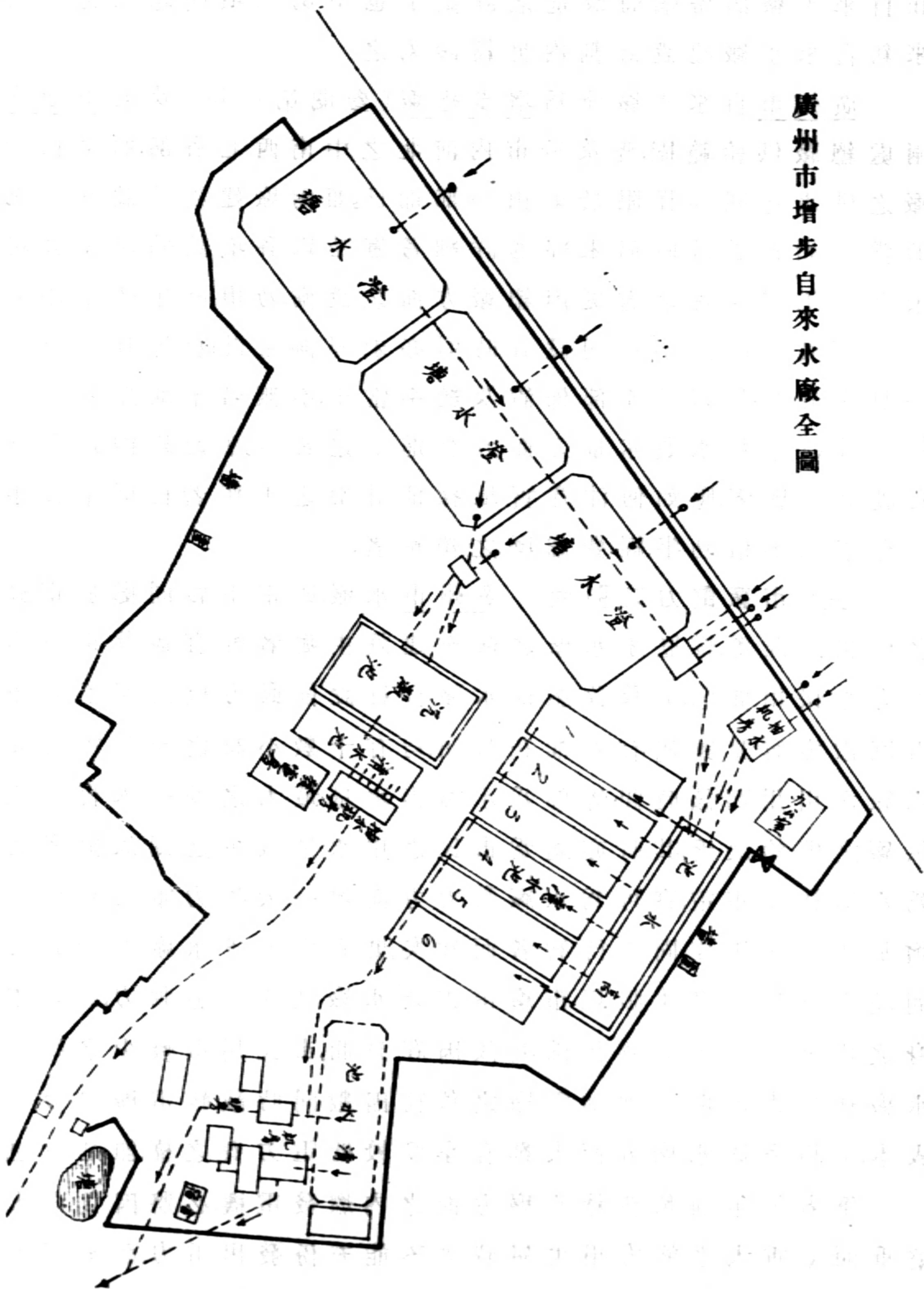
故前述跨 1 與跨 2 間之換位線 T_{1-2} , 即此合力作用線, 而其位置又與 M_B 之值 (以前所假定為已知) 無關。由是可知圖 15 (c) 之 $J_1 g r J_2 f B$ 之尖旗形, 即 Mohr 求定點之圖解法。故 Mohr 法實即圖 15 (c) 所示平衡多邊形之一部份, 但其作法可不需如圖 15 (d) 力多邊形之輔助, 而其起首之 $J_1 g r$ 線, 亦可任意作之。圖 15 (e) 示 $J_1 g r$ 線之任何三種作法, 但所有之三種 $r f$, $r' f'$, 及 $r'' f''$ 線, 均經過同一之 J_2 點, 即所求右跨 2 之左定點也。 (本章完全文待續)

廣州市自來水工程之改進方案及其施行

金 肇 組

(一) 弁言 筆者根據經驗，嘗謂設計新自來水廠易，謀改善舊自來水廠難，改善條理井然之舊水廠較易，而改善佈置錯誤之水廠則尤難。誠以設計新廠，祇求經費有着，苟能依照環境及學理，以為設計根據，當無其他困難之點發生，獨於設備及佈置錯誤之舊廠，如欲施以改善，則一方面固應設法糾正其已往人事管理及工程設備之錯誤，一方面亦宜顧全社會環境，及保持輸水之工作，勿使間斷，因此在在均足以發生故障。筆者有見及此，故於訂定整理改進廣州市自來水工程計劃時，即已顧及環境事實上之影響，務求於進行時，逐步推行，庶水無停阻，事無枉費，并根據自來水工程學理，將舊日各廠中之機械佈置設備，擷擇其不合於科學學理者，從而改革之。施行以來，雖經過各種困難，及人事之反對等，然幸各節均能依照計劃實現，是以最近廣州市之水量，在增步廠方面，每日已可增加約四五百萬英加侖，而東山分廠水量方面，亦可增多至百分之七八十左右，以是本年雖屆炎夏，市中絕少感受水荒痛苦如上數年者，（因二年以前全市無日不在水荒之中今已可免）此則筆者所自引為欣慰者也。茲將各步改善之計劃，及辦理經過情形，略述於下，以供吾國內自來水工程界之參考焉。

(二) 廣州市自來水廠概況 談改進廣州市自來水工程之計劃，常應分兩部討論，（一）現在自來水廠部份之改進問題。（二）將來增加新自來水廠之建設問題。今茲所述乃屬於第一項，即現



廣州市增步自來水廠全圖

第一圖

在自來水廠部份臨時改進之計劃是也。至第二項問題，則應於將來新自來水廠建設計劃內，另篇論列之。

廣州市自來水廠，分爲增步總廠（參閱第一圖）及東山分廠兩處。總廠供給範圍，普及於市內河北之中南西北各部，而東山分廠之供水範圍，則僅限於東山一部而已。顧兩廠建設，其設備狀況，似當日始初設計時，尙未經過詳細考慮，是以各項設備，尙多發現未合乎工程學理之處。更因總廠方面之設備，乃由歷年陸續添設積砌而成，時間既不相同，設計時似亦未經測量計算等，且非具有一貫之計劃。是以其全部佈置及統系當中，不無若干缺點，須加以糾正及改革後，水質水量方面方有進步之希望。準此以觀，則嗣後凡設計水廠者，應如何注意實地探測計算之工作，若徒草率從事，鮮有不蹈事倍功半，經費虛糜之覆轍者。

（三）市廠電力之引用 廣州市水廠，與市電廠同處於市區之內，相距匪遙，惟歷來水廠之擴充建設主辦者，鮮有談及市電廠電力之接用問題，徒孜孜然惟水廠自行設備動力機是務，不知市電廠電力容量，雖屬有限，惟在日間，均有十數小時之充足電力，足水廠之引用，而該時間等，即爲水廠出水量最大之期，一入夜間，電供廠之供給缺乏，其時亦適爲市民之用水量減少之期，故編者認爲水廠接用市電，實可爲水廠動力方面，增一大生力軍，其有裨於增加水量之工作，固不待智者而知矣。更查中外各水廠，對於動力問題之新趨勢，多主張以市廠電力爲水廠之主要原動力，而以本身之內燃機發電機爲後備，其故因在日間，市民用電較少之時，倘水廠接用市電，則可增加電廠之負荷因數，同時減輕電廠之發電成本，是以各國水廠方面，大都有享受較低電力費之權，即是故也。

筆者於年前預料，總水廠方面之內燃發電機，必將因負荷太繁重而蒙重大之能力損失，屆時必不能充份發出電力，而至影響及於全市水量，故曾將此項危忽情形，向當局呼籲，幸蒙採納，隨於三年前與市電廠訂立合約，各出半費，以購備由電力廠至增步水

廠一段之高壓綫,及電力變壓器兩具,計全綫供電量爲五千啓維哀,一切設備約費國幣四萬六千餘元。該綫裝置完成後,開用以來,成績甚著,不特歷年不堪負重之內燃發動機,可有休養修理之機會,同時可增大水廠之抽水能力,以從事增加水量工作,惜其暫定電費,每單位爲0.043元,但吾人信不久之將來,尙可將此電價減低以利出水,現在因本市電廠新廠方面尙未竣工,故夜間水廠用電,尙有限制,即下午六時至十時共四小時期間,須自行發電應用,除此以外均可引用市電以爲動力矣。

(四) 低壓抽水機室出水管方面缺點之糾正 河中混水,純賴低壓機抽起,經12英寸徑出水管兩條,分兩路送達於沉澱池之兩邊入水口處。當時設計,似未曾注意水管內之磨擦阻力,故僅用12英寸管兩條,及後應用日久,有水族中微細介壳類,叢生黏附於管壁,輸水阻力因而大增,平時供水每日出水量八百至九百萬英加侖時,已感覺阻力太大,一至需要增加水量之際,常須將全部低壓抽水機械三座一齊開動,(按每部抽水機,每日應出水五百萬英加侖,水壓爲38呎。)但結果查得三部機所出水量,竟與開機兩部時相同,似此事實上已證明機房出水管之磨擦力太大,低壓抽水機原有之38呎水頭壓力不足勝任,故機械之開動雖已增加一部,而水量之輸出仍無進展。

爲挽救此失,并欲實際進行使就原有設備能增加出水量起見,決定施行下列各項工作,以資補救:

由低壓抽水機室出水口起,增加12英寸徑輸水管兩條,(每條長度均不及二百呎)連原有兩條,共成四條,分別接駁至沉澱池之兩邊,并於不礙沉澱池日常製水工作範圍內,在原有沉澱池出水口兩旁,加建新入水口兩座,分別接駁於新近增加之12英寸低壓輸水管,新入水口之位置,比舊日入水口約高一呎,使新口傾下之水,具有高屋建瓴之勢,兩入水口之水柱,互相沖激,而該處適爲礫液加入地點,更可賴此項

水躍，藉收混和礬液之效，其設備狀況可參閱第二圖（甲）及（乙）。此項計劃完成後，共約需款國幣三千七百餘元，計建造新入水口費約一千二百元，裝置水管經費約二千五百元，開用以來，成效甚著，現在如開動低壓機三部，則可從容出足一千五百萬英加侖，設使他日此四管之中，有感受淤積之患，亦可從容調換清理，不致阻及出水工作。

（五）濾水率之狀況 增步新建之快濾池，共有十六個單位，每單位長24呎，闊14呎，全池濾砂面積，約共為5380平方呎，其每分鐘每平方呎之濾水率為1.6美加侖，但每日如增加水量四百萬英加侖後，其時每平方呎濾水率亦不過在2.2美加侖之間。照自來水習慣評之，此項濾水率，尚在容許限度之內，是以每日增加出水五百萬英加侖之後，原有快濾池，尚可認為敷用。但沉澱池方面，沉澱時間，當然因此縮少，但此為事實所限，亦無法避免，因炎夏一屆，需水驟增，權衡輕重，總覺甯犧牲濁度，以遷就水量增加，是以原有沉澱時間，約為二小時，增加水量後，其沉澱時間，勢必縮少至一小時半上下，此為事實所不能避免者。補救之法，祇有設法對於調和礬劑，及改善激水斜格方面（Mixing baffles），加以注意，又氣劑等亦應調節使用，同時更將濾池沖洗次數加多，以為補救。

增步新廠部自此項增加水量設備竣工施用以來，成績尚甚良好，其經過快濾池之清水，經 Hellige 式電光濁度儀之檢定，其濁度數目，常在4—5度之間，故尚可認為滿意。

（六）新廠高壓清水抽水機錯誤之改正 增步水廠前數年所建之高壓抽水機室內，設備大抽水機六套，均為電動離心力式，每套每日可出水二百五十萬英加侖，水頭壓力前乃規定為300呎，約需用225馬力，但就實際上測探之，則由增步水廠至觀音山上平均水力塔之高度約為190呎左右，加入輸水總管磨擦力損失，及各項水管配件損失等約二三十呎左右，合計亦不過220呎以下，實無應用此偌大水頭之必要，因其徒耗動力，無補於抽水工作也。

(丁)



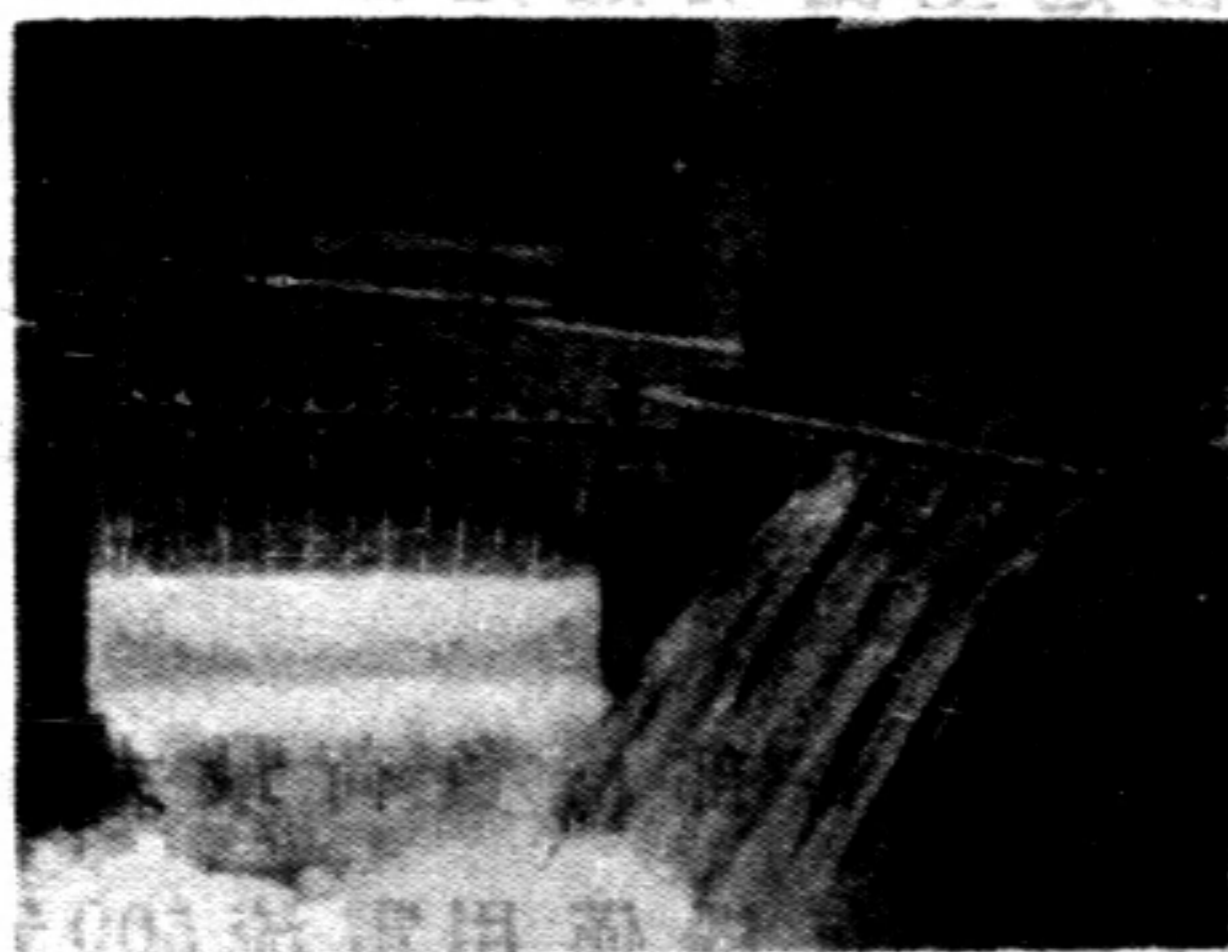
以前之情形

沉澱池改建後情形



(戊)

出水洶湧之狀況



(乙)

編者視察出水



(己)

抽換車頁時狀況



(丙)

改善用之新車頁



第二圖

在水廠日常工作當中，筆者已感覺此項鉅大抽水機工作之苦，負荷之重，出水之少，用電之糜。（每開一部機，在通常負荷時，電流表之用電流數常為600安培左右，但照技術方面計算，此項抽水機，內部如經改換，則需用電流數，可減低至450安培左右。）年中經常費之損失，應達十萬元左右，理應亟行設法補救，以挽回此意外之虛耗。其法無他，即為將此過大之水頭壓力，予以廢除，更從而改正之。其改正之法，不外將原有機械六部機身中之頁輪及出水圈（Impellers & Guide rings）全數抽出，另行製備具有220呎水頭壓力之新頁輪等即可收效。惟此項鉅大抽水機購置之費甚鉅，且習用已久，平日各方已覺需用馬力太大，常有超過負荷之虞，今若毅然提議改換頁輪以為增加水量之用，實足以引起羣疑。惟編者始終抱排除萬難之志，一意進行，不因責任之重，處境之危而退縮，是以終獲市政當局之核准。計此項改善抽水機計劃，其購置經費約為國幣一萬五千元。機件運到後，即着手逐部抽換。開用以來，成效卓著。一切計劃，均照初所預料者實現，其效果如下（參閱第二圖丙至己）：

(1) 前時每開機一部，須用電流600安培，每部機負荷最大量時，每日可出水二百八十萬英加侖，經改善後，每機僅用電流500安培，而每機每日出水量，則已達三百三十五萬英加侖。計每機每日增加五十萬英加侖以上。

(2) 從前每百萬英加侖之抽水費用，約為小洋64元，經改善後，則減為45元。

(3) 從前輸水總管之壓力，僅有44磅/平方吋，經改善後，總水管壓力，已增加至74磅/平方吋。

(4) 從前廠中動力，僅足開用舊機四部，即全部最大出水量為一千萬英加侖。改善後，廠內動力已足開機五部，最大水量，可達一千五百萬英加侖以上。

(5) 設以每年所增水量三份之一為可以售出，加入每年因改

善而減低之出水電力費用，則全年可增加四十二萬餘元，由此觀之，則一個月所得之利益，已足將購置新頁輪之費抵銷。

上述改善情形，經已由實驗完全證明，新機試用之日，并經廣州市市長親自監臨試車，暨各局長官蒞止參觀。開用以來，廣州市內，本年水量，賴以充裕，故改善成功之日，羣情協然，誹難遽息。此舉雖可震駭庸俗，然推其原理，亦不過為離心力抽水機設計中，水量（ Q ）及水頭（ H ）兩項數目之互易而已。吾人察知從前抽水機之水頭數目過大，乃將其減低，務至使其適足應用為止，并將其餘剩之力量，轉向水量方面增加，此凡稍習機械學者，類能道之，實無須乎高深學理也。

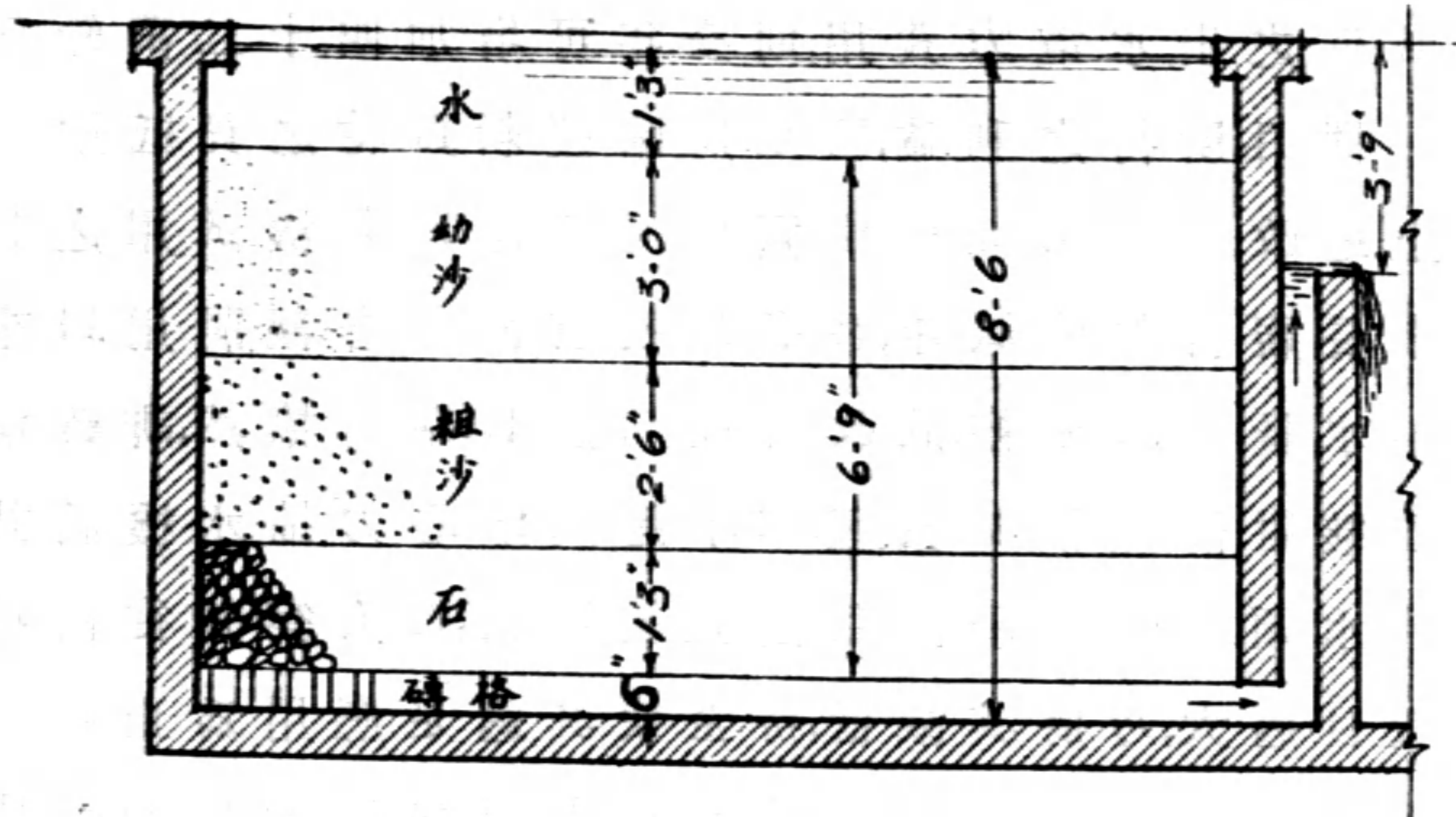
據此事實以觀，則後之設計水廠者，應如何審慎，以決定抽水機之水頭數目，否則空糜鉅款，貽誤事業，工程界之羞也。

（七）舊式慢濾池之改革 增步舊廠部份，乃建於前清光緒末年，共有舊式慢性砂濾池六個，每池之濾砂面積，約為一萬五千三百餘平方英尺，六池共有濾砂面積約二英畝。此項慢性砂濾池，自使用以來，已垂三十年，因池身構造之不良，設備之簡陋，是以經常濾水工作，不獨在管理方面，發生困難，即所濾出水量，亦極為缺少，水質亦感惡劣。但論者每歸咎於濾砂面積之過小，謂須擴充濾池面積，方可改良，不知此特為皮相之見耳。

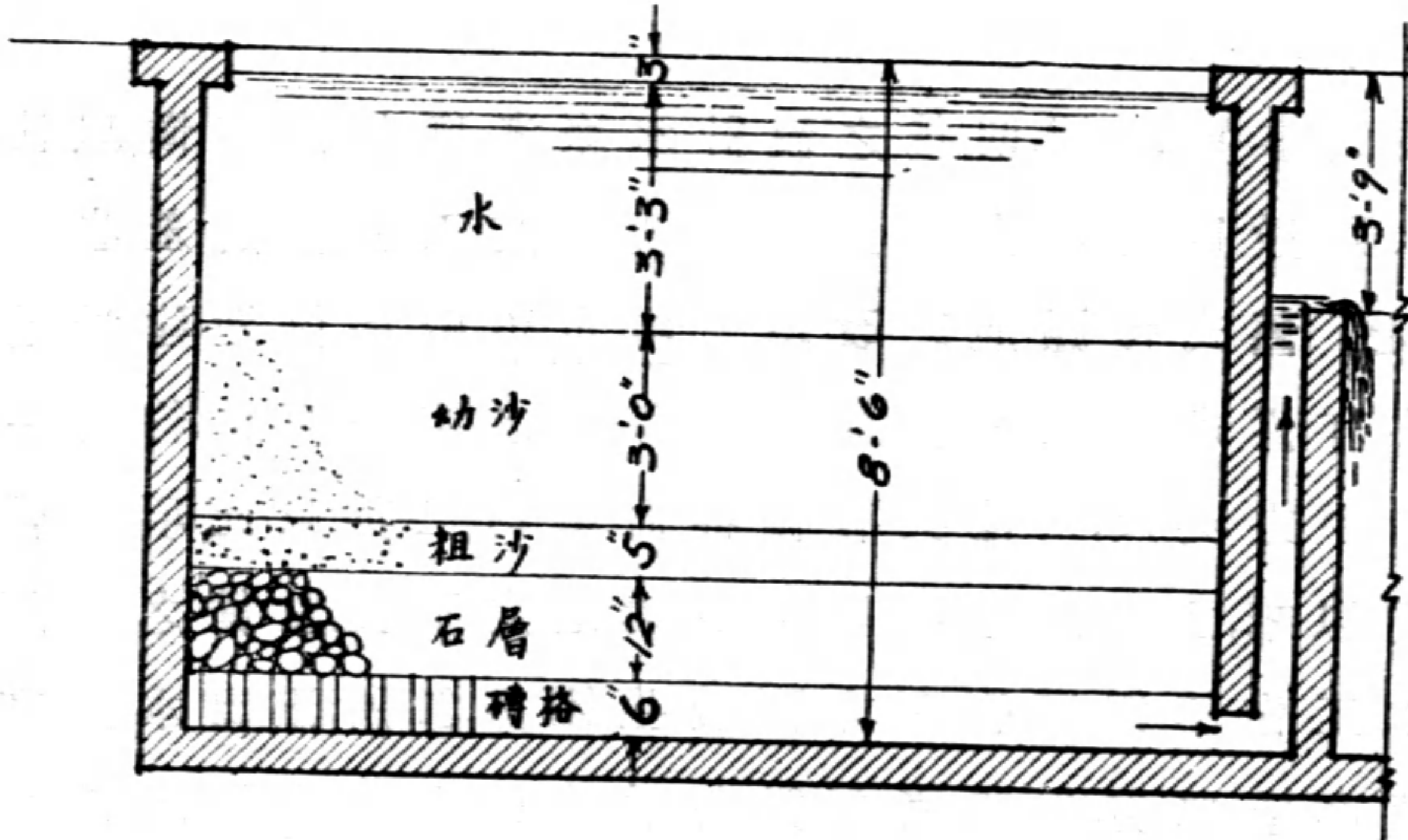
查舊砂濾池設備簡單，管理困苦，其最著者，即缺乏出水節制器，水力損失指示器等，故日常工作，甚感困難。且歷年以來，管理舊砂池者，純賴普通人工為理，以普通之理解，任意處理，初無具有自來水工程經驗之技術人員負責指揮，是以相沿以來，舊制既失，新法無知，其中洗砂之方法，池中各砂石層之佈置，實覺錯誤迭出，循至水質劣敗，砂石污積，而砂池本身之受患益深矣。茲略將其主因分述如下：

（1）砂石層厚度之錯誤 歐美自來水界，對於慢性砂濾池各層砂石之厚度，均有合法之規定。因各層厚度，均經各國專家，歷幾

(甲) 舊沙濾池原有沙層錯誤情形



(乙) 舊沙池擬行改正情形



第 三 圖

許實驗而斷定者，實不宜任意更改。今就普通情形而論，砂池上面水層，須有 3—4 呎之深度，其下之細砂層，則須有 2½—3 呎之厚度，至再下之粗砂層，則屬可有可無之物，因粗砂實無濾水之功用，其任務不過祇為承托細砂，使其勿與以下之小石層直接接觸混合而已。是以普通多將該層粗砂厚度，定為 1 呎以下，或竟不設，以節糜費而增大池身之有效容積。今增步水廠舊砂濾池之頂面水層厚度祇為 1 呎有奇，而其下之細砂層厚約 3 呎，此則尚為適合，惟其底部尚有一粗砂層，其厚度竟達 2½ 呎以上，更下則為 1 呎 3 吋之

小石層。如此，則以區區全池之 8 呎深度，僅粗砂及石等已佔去 4 呎深度，大足以減少上面水層之深度，其勢必至將細砂層之面層托高，因而發生砂面層之吸力水頭 (Negative Head)。此項吸力水頭，最爲自來水工程界之所忌，因凡砂濾池，如有吸力水頭之存在，則水中污積，必有透過細砂層之虞。今廠內慢性砂池中，吸力水頭有時竟達 2 $\frac{1}{2}$ 呎左右，（即細砂之頂層，高出於濾水出水口之水平線之高差數目），是以筆者認爲歷年砂濾池之受患，其最大原因卽在此。

夷考砂濾池細砂層之增高致與自來水工程習慣違背之原因，實緣歷年處理該池者未能施用科學方法，純以普通常識爲臆斷，是以負責管理之人，往往認爲將砂層加厚，可以濾清水質。此外尙雜有其他不合科學原則之理想及方法。在此十數年中，又無人以科學理論加以啓迪及糾正，是以造成今日全池污積局面，誠不幸也。

筆者鑒於上述錯誤，決計依照歐美自來水工程正當習慣，將砂濾池各層，予以改正。其法無他，卽將砂池水層，保留 3 呎以上之深度，其下細砂層厚度，定爲 3 呎，并將粗砂層免去，僅留回五六吋左右之厚度，以資承托，其下則爲小石層，厚約 1 呎，再下則爲磚格承托層，厚約 6 吋。各層尺寸，照此法改善，則將來之應用水頭，可以增大，更可減去危害砂池之吸力水頭，同時增厚細砂（卽濾砂），并將無用之粗砂層除去，藉以增加濾池之濾水效用，及其服務時間。編者認爲該項砂濾池，一經照此改善，則可一變歷年砂石層凌亂錯誤，砂層淤塞，水質混濁之患。現此項計劃，已由市當局核准，逐步推行，但施工以來，因經費過少，而人工方面又多被廠方隨意調爲他項工作之用，是以進行頗感遲緩。其最感困難者，厥爲大量砂石之搬運及存放問題。因每池之中，貯有約一千方之砂石，於清理改善時，須行搬存他處，而池傍附近，實缺乏餘地，以堆存此項大量砂石，是以此點頗感困難。此外則清理時，濾池四週牆壁及底部之透

漏水量極大,抽水工作,頗感繁重,而抽水機械,亦復缺少,現正在努力設法補充抽水機械,以促工作之進行。

現下六池之中,第一砂濾池,已將改善就緒,試水之後,如成績證明良好,則應將此法陸續推行於其他各池。

(2) 刮砂方法之錯誤 查水廠內慢濾池之人工刮砂皮工作,因歷年以來,缺乏合法之指導,純由普通人工以常識之臆斷,作為指揮之標準。故所僱刮砂人工,於刮去上層污塞砂皮之後,復用鐵鋤,向下面砂層發掘,深入地約八九吋。此法據稱乃歷年沿用為鬆砂層,催促濾水之用,但筆者認此法最為錯誤,因用鋤向下深掘,則凡鐵鋤所到之處,即為污泥積聚之區,如此則下次刮砂,則應將此盈呎厚度之砂完全移去方可,但此為事實上所不許,是以歷年用鋤掘砂,實為污泥深入砂層之大原因。在歐美方面,雖亦間有用此法者,名曰“Spading”,但各專書均曾聲明,此法祇可於應時偶一用之,不宜經常應用,以免污物深入下層。今增步水廠,舊砂池部份歷年均用此法,亘二三十年而不知改善,則宜乎水質之惡劣矣。至改善之法,宜以下列各條為依歸:

- (甲) 洗砂池時,將池水面放低,至砂層下數吋,然後刮去上層積泥之砂皮,其厚度由半吋至一吋不等。
- (乙) 用半吋長或一吋長之釘爬,將砂面爬,鬆撥平,然後放水回池。
- (丙) 砂皮刮去,經過用爬爬平後,即放回濾水。其放回方法,有放回清水,由底漲起,至高出砂面少許,然後開放濁水者,但亦有即行放回濁水,使其澄清數小時,然後再行開掣濾水者。
- (丁) 細砂層經歷次刮去,至刮剩一呎厚度左右,即不宜再刮,須待放回洗淨新砂後,方可應用。

上述各法,倘施用於已經整理完畢之砂濾池,則將來濾出之清水,對於濁度,及水中所含微菌數,必有長足之進步。惟倘施諸未

經整理之砂濾池，自無若何成績之可言。因現有之各舊砂濾池，均經數十年之污積，污物已積遍全池砂石層中，即池底之磚格層，亦已充塞殆遍，非經根本清除，不足言整理矣。

(八) 增步舊廠部份施行電力化計劃 增步水廠原分新廠與舊廠兩部份。新廠製水，用快濾式，舊廠則用慢濾式。舊廠部份，建於前清光緒末年，新廠部則成立於民國廿年五月。舊廠之發動機設備，在低壓抽水部份，素用煤氣發動機抽水。此項煤氣發動機其發生煤氣手續複雜，管理不易，且沿用既久，機件朽敗，效率尤差，其昔日預定出水量，每機每日約可出五百萬英加侖，兩部共出一千萬英加侖，又本市工廠自造之煤氣抽水機兩部，每部每日約可出二百萬英加侖，兩部共出四百萬英加侖，合計每日舊廠低壓機原定出水量，約為一千四百萬英加侖，今試以七成估計，則每日低壓抽水方面，約為一千萬英加侖。

舊廠部高壓抽水機方面，設有蒸汽渦輪發動抽水機一部，原定出水量每日應為七百四十萬英加侖，今因日久機件損蝕，平時平均出水量祇可作六成估計，每日出水至多為四百五十萬英加侖，又蒸汽雙汽缸抽水機四部，每日每部約可出二百萬英加侖，四部合計則為八百萬英加侖，今以七成估計，則每日該機等出水量應為六百萬英加侖，連上實出水量共為一千萬至一千一百萬英加侖。吾人試思以此區區之出水量，而運用鉅大機械達五部之多，平日管理既難，燃料所費尤鉅，况各機所賴以取給之蒸汽發生爐，僅有一座，倘一旦需要修理，則除燃用極舊式之長身火管汽爐外，別無辦法。該項舊爐，發生蒸汽能力極低，故筆者認為此項舊式抽水機械之設備，實感凌亂龐雜，能力低微，亟宜從新改善。其法為何，即將舊廠部份抽水機械，實行逐漸電力化之設備是也。為達到此項目的起見，擬作下列之設備：

在舊廠部之原先蒸汽透平高壓抽水機室內預留擴充地點上，增設電力開動離心力抽水機一部，其每日抽出清水量，應為一

千萬英加侖，即每小時出水量 189 立方公呎，抽水壓力水頭，應作 260 呎估計。至斷定此項抽水壓力水頭數目，乃根據視察及實驗方法而定，因年前於安裝舊廠 24 吋輸水總管之范途里式水量計算儀時，曾割出大管一段，以視察該管內部銹蝕狀況，（該管曾負輸水任務達三十年之久）而研究其壓力損失情形，并就廠方出水管首端水壓表之指數，與該大管線末端水塔底之水壓表指數，以比較兩端水壓相差數目，而測出全管水壓損失情形。研究結果，斷定新購抽水機之水頭壓力，應為在 260 呎左右，且此項水頭數目，尚須與原有之蒸汽雙缸式抽水機四部之水頭壓力配合，以便將來便於合併開動，不致有水壓差異太甚之弊。

此項大抽水機水頭壓力之估定，既如上述，該機配用之電動馬達，應為高壓電力者，即 2300 伏，以便與前時購備之 1250 啓維哀變壓器接駁。抽水機之馬力，約為 670，效率應以超過 80% 為宜。動力馬達方面馬力，為 700，為三相滑環同週式，週波為 50-60，以便將來市新電廠改用五十週波時，亦可應用，同時抽水機方面，亦須置備頁輪兩個，因異日週波轉換時，機之速率更改，而出水量及水壓等，可以籍此維持不變。其餘應設備之附屬配件，如自動真空起水機，電力開關，安全設備，儀器表件閘門水管配件等，一切俱全。此項高壓抽水機電力化之設備，約值國幣一萬八千元左右。

一俟此項新機購到開用後，如需要增加出水力量，則可力開舊有之蒸汽透平離心力抽水機一部，或加開舊有蒸汽雙缸式抽水機四部。如此，則舊廠之高壓抽水方面，隨時可得一千八百萬英加侖之水量，但在平時需要較少無需增機時，則完全以電力開動高壓抽水新機械，而以蒸汽機械作為預備，遇必要時始開用之耳。

舊廠高壓方面出水量之增加，已如上述。顧低壓方面，亦應設法增加，方可應付河水之供給。查原有之低壓抽水機房有二，一大一小。其大者內設 100 馬力煤氣發動離心力抽水機兩部，出水量共為每日一千萬英加侖。此項煤氣發動機，在管理方面，雖較複雜，

惟其動力成本甚廉，工作亦尚可靠，就目前現象觀之，其抽水成本，尚略較施用電力為廉，因現在與市電廠所訂之電力價目，每度為小洋四分三厘，故暫擬將該室機械設備，一仍其舊，至必要時，方將該煤氣發動機拆除，改裝 2300 伏 100 馬力之電力發動馬達以代之。至低壓抽水機房之小者，乃一頗舊之建築物（稱小舊煤氣機房），內設舊式煤氣發動離心力抽水機四部。該項機械，多由舊日在市內之鐵工廠自行製造，使用既久，能力損耗，每機每日究能出若干水量，均無可考。惟此種機械本身雖已殘廢，但其建築物及設備之一部份，尚可利用，如安裝抽水機之機窠，出入水之 12 吋徑生鐵管及其節制閘門等，均可沿用以免更張。其需要增加機械方面，為用電力發動直接聯合之離心力式低壓抽水機兩部，每部每日出水量為四百萬英加侖，水頭定為 450 呎，電力馬達馬力為 60，形式為松鼠籠同週式，2300 伏，50—60 週波，以便將來市電週波變易時之用。又抽水機之車頁，亦須配備不同速率者各一以為預備。又因抽水窠中，往往有潮濕之患，故一切抽水電機內部線球之構造，以能防護潮濕及水漬為合。又機械本身，一切零件，均應配備齊全。預計此項低壓抽水機械購置費，約值國幣一萬三千元左右，倘連水管零件電纜等合計之，則約需國幣三萬五千元。裝置之法，可就原有機窠，將舊煤氣機兩部抽出拆除，並將機躉加寬改建，以備裝入新機，更查年前置備之 13200/2300 變壓器一具，其容量為 1250 啓維哀，以之供給此項高低壓抽水機電力，自覺綽有餘裕。將來新機開動後，舊廠機械方面，已經大半電力化，無論何時，高壓低壓兩方面，均可出足每日一千八百萬英加侖水量，較之現下該廠部之抽水量，實已增加百份之八十。目下此項計劃已得市政當局核准，正在辦理招標訂購中。

（九）舊廠沉澱池之增改計劃 查舊廠部濾水方法，乃適用慢濾砂池，故向無沉澱池之設備。河水直接由河中入水口，流入澄清池三口，再經低壓抽水機之抽吸，輸水達於高出水廠地面約 8

呎之高架分水池，河水即由此池，分配於慢性砂濾池六個。惟查近日因出水量加大，此兩重經過天然澄清之手續，對於減少水中泥份，均不見有若何效力，一遇雨季，江河之水，挾泥特重，砂池濾水，遂感困難，更或逢苔菌滋生之候，濾砂面層，受惠尤重。是以慢性砂池之濾水率，受此限制，水量祇有減少，無法擴增。若上述之高低壓抽水機械設備，一旦擴大能力，而不於同時將灌入慢性砂池之水，設法將濁度減輕，則每日濾出之清水量，亦屬無法加大。為挽救計，宜將此高架分水池一座，施以改造，使其於池之入水一端，建有混和槽 (Mixing Channel)，於槽內妥建格板 (Baffles)，以混和礬液，並於池之他端，建清水集水槽，以收集經過沉澱作用之水，隨將該水導流分配於慢性砂濾池六個。如此，則注入砂濾池之水，因已經過沉澱作用，約二小時以內，對於水中挾持之泥質苔類，均可作大量之減輕，不致充塞於砂層之面，將來每砂濾池之濾水率，可因此而增大。往日每英畝濾砂面積，每日僅能濾出清水五百萬英加侖以下者，如一經改善，當可望增加至八百萬英加侖之數。

因該高架分水池高出地面 8 呎，故在池底 (8 呎深度) 裝設簡單之排除泥渣設備，亦非困難之事。預計全池改裝間格設備，及排泥管等，約需國幣一萬五千元左右，現此項計劃雖已擬妥，尙未實行。

總計上述設備，其關於舊廠部之增加水量方面者，厥為舊廠之電力化設備，及沉澱池之增改計劃兩項，約計兩項所需應為國幣六萬餘元，計因此而增加之水量，每日約為六百萬英加侖。更查前次增步建成一千萬英加侖之新快濾池時，其所費為毫銀一百五十餘萬元，今茲約費國幣六萬元之款，則可多得每日五六百萬英加侖水量，其成效何若，甯非淺顯易知耶。

(十) 東山分廠機械錯誤之糾正及其出水量之增大 東山水廠，當建設時，僅具雛形，故一切根本原則之設備，均多缺乏。例如水源地之錯擇，水質之污濁，水源地建堰計劃之奇特，沉澱池之缺

乏,抽水機水頭壓力計算之錯誤等,在在均足制該廠之死命。是以民國二十二年時,東山居民年中無日不感受水荒之苦。筆者曾經一年餘之慘淡經營,設法挽救。時至今日,各部工作,幸已逐步完成。東山一市,自來水水量及水壓方面,已有極大之猛進。昔日每逢夏季凡居住二樓之住戶,多難謀涓滴之水者,今則四五樓住戶均無缺水之虞。至水質及臭味方面,亦多所改進。茲將所施用各方法,分述於下:

(1) 水源地點之改善 夷考前時建廠之際,斷河建閘,其意殆欲攔河蓄水。惟因設計不良,橫河之閘牆,祇能壅水,而不能洩水。因其洩水閘門極小,對於年中山洪流量,并未加以估計,因此山洪一至,橫溢蕩決,附近園地,被其冲陷者不可勝計,於是祇餘孤牆一度,屹立河中,空有阻水之功,而無蓄水之用,既無來水可供抽吸,而鄉民失地,時相詬誶。筆者默察其致病之由,實為山洪流量太大,洩水閘門太小,兩傍堤岸太低,閘牆兩頭未加保護,是以一遇水溢過閘,即成災患。遂施用極經濟而簡單之法,從事補苴。其法為打樁築板,建造臨時護岸,并加用木斜撐,以資保固決口處岸土之崩陷,同時施用石壓護蓆,以防止岸底下部水溜之冲刷,建造木石潛壩,以便堵塞決口,并利用之以為儲蓄水量,藉供抽吸之用,并修補從前設計未善之水泥斜坡護岸,隨時隨地,加用石壓護蓆。工作完畢後,其局乃定,岸不崩落,河慶安瀾。又恐日後積沙淤河,有妨舊日入水口處,將來或竟為沙阻塞,故復在廠前河邊,加造簡單之岸邊入水口一個,以為緩衝救濟。嗣後東山廠河水水源,始得免枯竭之患。

(2) 沉澱池氣化池等之加設 東山水源,當日選定時,毫無技術眼光,只為相傳「沙河水可製沙河粉」一語所誤,故其水源之水質,既濁且污,須設沉澱池以除其泥,并建空氣噴化池以祛其味。其餘一切製練水質之手續,均照世界水廠普通應用之方法辦理,如沉澱方面,利用加灰及加礬法,由格槽式混和 (Baffle mixing) 混和水質後,使其在沉澱池中,經過四小時之沉澱,方注入壓力快濾

缸 (Pressure filters)。至氣化方面,則用螺旋噴射嘴 (Spray nozzles), 將水份噴成細點,使與空氣接觸,而收祛除臭味之功。

(3) 機械錯誤之改正及水量之增大 原日廠內機械之設備實未經過技術設計,純為當時負責者隨意斷定,是以抽水機之馬力及水頭等,均不合於實際應用。當日採用之水頭,竟高至328呎,而實用之水頭壓力,至多不過為220呎左右,是以無用之水頭太多,因而馬力方面之虛耗,幾達50%以上。今改善之換機計劃,即為設法利用此虛耗之馬力,使其變成可以實行抽水之馬力。其法將新機之水頭,減至220呎,而水量可由每分鐘340加侖,增至560加侖。又因舊日機械能力已失,故每日兩機出水量,最多亦不過七十萬美加侖左右,今茲換機以後,則每日兩機抽水能力,已可達一百六十萬美加侖。至於換機特殊之點,更在馬力不至增加,使原有之電力發動機可足應付(原有電動機馬力為60),不必另購新機。合計兩抽水機所費,不過港幣二千八百餘元,如將多出之水可以售出之部份估計,則每月亦可多出一萬元之水費(僅按出水量一部份估計)。故抽換舊機,在經濟方面,暨工程方面,均可稱為合理化之改革。

此項機械錯誤,已奉准依法改革。新機裝妥後,出水量方面已根本加增,現在水量每日已出至一百一十餘萬美加侖,大管中壓力,亦已較前提高至每方英吋110磅左右。現在東山全部飲水,已感充足,絕無從前水荒之患,即居住四五樓之居民用戶,亦不患飲水缺乏矣。

當筆者提議抽換舊機之際,一般人等大都認此舉為輕率狂妄。及機械運到安設以後,一切水量水力,均如所期,即水量增加,水力加大,而需用電力度數,反僅及前時用電數目之一部份,於是誹議始息。惟此舉雖可震駭庸俗,但在學理上,則僅為抽水機中水量水壓數目之調換而已,毫無其他若何深奧學理存乎其中。特當日設計者,對於機械選擇方法,多未明瞭率爾設計,致鑄成大錯耳。

(4) 祛除臭味之辦法 查最近歐美各國最新式水廠，對於排除水質中不良之味及臭，極為注重。此項改良味臭方法，吾國水廠已有舉行，如上海水廠是。本市東山水源，既屬污濁，則其濾出之水，挾帶臭味，自不能免，用戶方面亦多深感不便。為救濟此項缺點起見，已不能專賴氯化之作用，必須加用他法，以補救之。至最新方法，則為施用氯氫合加法(Chloramine Process)及施用活性炭粉(Activated Carbon)法之兩種，尤以後法最有效驗。是以年前在東山廠方面，曾幾度施用氯氫法，以為殺菌及去臭味之劑。當日因無流質氫氣，故代以硫酸銨粉（其能力約等於液體氫氣四分之一），結果尚稱滿意，迄今仍暫時沿用此法，一俟向國外購到活性炭粉後，即將改用活性炭去臭味法，屆時或藉氯氫劑為殺菌之用，而對於排除水質內臭味方面，則專賴活性炭粉之效用。其施用數量，根據試驗所得，約為在每百萬美加侖水量中，加入活性炭粉30磅左右。

(十一) 全市道路水管網之補充及改善計劃 歷查從前市內感受水荒，其原因半由於水廠出水量缺乏，半由於輸水管網之裝設未能普遍，是以市內尚有若干寬大道路，未設大水管，祇用12英寸小管，展轉引長，勉強接駁，故即使有水，亦無從輸達於樓宇。為挽救計，前曾擬具三期裝管計劃，從事補裝各道路6吋生鐵管，以資各道路之給水。計此項添裝管線，共分二十路線，計長約四萬餘英尺，現已陸續裝設完竣，水量水力方面，均大有增加，市內用戶稱便。尤以東山一帶，曾加入8吋徑生鐵輸水管約七千四百餘呎，於是東山新河浦一帶之水壓，竟由每方吋5磅，增至六十餘磅。由此可知水管輸水量之足以影響市民用水者，甚為重大。考之美國近年，多採用雙管制(Double Main System)者非無故矣。

上述補充添設街管網工作，已經辦妥一部份，市內主要區域，給水狀況已大感進步，此外應更作更進一步之改善計劃。市區內現尚查得應裝設6吋水管之街道，約有廿六線，共長六萬呎，需費約十五萬元，一俟經費籌妥，工作核准，即可陸續興裝矣。

(十二) 市內內街舊水管之裂漏及其補救方法 美國大都市之自來水管理當局,對於搜求水管網隱藏之裂漏加以修理之工作,胥願費去大量薪額,容納多數員工,以求整理裂漏。例如芝加高一市,對於搜漏工隊之組織,常設工程師二十餘人,工人數百人,修理機車十數輛,每年需費鉅萬,人員不分日夜,常川巡視,以事搜求,而其結果,則所得恢復之水量,其價值竟若干倍於所費之人工款項。搜求水管裂漏工作之重要,於此可見。廣州市水廠成立於前清光緒末年,迄今已達三十載,從前市內未建馬路,一切大小水管,均埋置於內街渠邊石底,水管與渠道幾聯成一氣,日受渠中污水浸潤,達數十載。查溝渠之水,侵蝕能力甚烈,生鐵水管,防腐之力,尚屬強大,惟接駁食水之小管,為白鋅鐵所製,壽命極短,一遇污水接觸,不數年間,即已穿漏,而此項穿漏之水,因在街石石板下方,隨漏隨流去渠中,不致向街路面噴出,是以無從察覺。據筆者估計市內舊街石底渠邊,隱藏未能發現之裂漏地點,當在數千以上,是以水廠所出水量,雖在夜深用戶休息之時,總水管計水量儀器,所指之出水量數目,仍與日間無大差別,此項情形,實為中外各城市所無。此項損失大約可及每日出水量三份之一,假若長此不加救濟,則市區之內,無論將來新建水廠,設備如何偉大,而其所出水量大部份亦將循此大量之裂漏水管以俱去,因全市水管,彼此連貫,不易劃分也。

挽救之法,目前亟宜於深夜派出特別組織之搜漏隊,利用更深夜靜,萬籟俱寂之時,分段巡行,各內街橫巷,按聲尋視,并加用各項聽漏聲器,以資輔助。以目下情況而論,因未有固定預算,故祇能組成一隊,計工目一人,工人二人,每日工作自深夜二時起,至翌晨五時止。每夜約可發現裂漏十數處,均分別登記,以便翌日派工修理。惟經費缺少,不能擴充組織,祇此一隊,收效未宏,不過聊樹風聲而已。

電解河東鹽製造苛性鈉

陳 尙 文

(一) 緒 言

製鹼工業爲化學工業之基礎，其發達與否，於國家工業盛衰有莫大之關係，故文明諸國莫不盡全力以求斯項事業之發展。我國科學落後，斯項事業興辦者少。以我國產鹽之多，列全世界第五⁽¹⁾位，如山西安邑縣運城有河東大鹽池，沿中條山北麓，東西長51里，南北闊7里，循其廣袤而計之，周160⁽²⁾里。有如此廣大天然之產，而不知利用，其爲遺憾，莫此爲甚！曩者曾用此鹽爲原料，製造苛性鈉，試驗結果，品質絕佳。

現今各國因人造絹絲業發達之故，苛性鈉需量激增，惟以規格甚嚴，不用銻極法，其製品絕難適用。

山西當局，努力興辦各項工業，如製紙，窯業，皮革，毛織，煉焦等廠，均已相繼成立，其他化學工廠，亦在積極建設中。最近之將來，苛性鈉，漂白粉，鹽酸等之用途日必增加，故由河東鹽之試驗結果爲本源，設計適於目下各項工業用之製品工廠，日產苛性鈉兩噸，漂白粉兩噸，鹽酸兩噸，由隔膜法電解，槽係用Billiter Siemens式。

按此項工業不但爲極重要化學工業，且同時爲最極重要之國防工業，各種毒瓦斯之製造，莫不以此爲基礎。故各國電解食鹽工廠，嚴守秘密，由軍部監視，以防洩漏。現在國際風雲日緊一日，我

(1) 日本工業化學雜誌三六編，一六八〇頁，一千九百三十三年。

(2) 勅修河東鹽法誌一頁。

國處此漩渦,不可不亟事準備,以爲未雨綢繆之計也。

(二) 關於電解槽之考察

電解槽之種類甚多,專利者約百餘種,其中主要者有二十餘種,即鐘極法三種,隔膜法十四種,銻極法五種,熔融法二種,茲舉例以明之:

實際作業上最重要之事,爲電力效率。用隔膜法流出之苛性鈉液,其濃度與電流效率有密切關係⁽³⁾,如第一表。

第一表

電解液之NaOH 濃度	g/L	60	80	100	120	140	160
電流效率	%	75	70.6	65	60	55	50

故各電解槽之效率⁽⁴⁾, Billiter Siemens, Finlay, Basle, Townsend, Gibbs 等最爲良好, Nelson, Allen Moore 稍次, Griesheim 最差。若使電力效率增高,則苛性鈉之濃度自然減低,惟其濃縮所需之燃料甚多,故不得不依燃料價值以爲支配。Townsend 式製得之苛性鈉,甚爲濃厚,但電力消費頗大。Finlay 式所得之苛性鈉,濃度甚薄,故電力消費則較少,此式適於製紙廠之用,尤專以製氯氣爲目的。銻極法因所需之固定資本較高,且電力消費亦多,然可得純粹之製品,且濃度甚厚,適於特種之用途。電解槽床面之大小,亦爲工業上重大問題。此種銻極法與水平隔膜法所佔面積較大,不若用直立隔膜法爲有利,更以 Wheeler, Voree, Gibbs 等圓筒型式及 Nelson 式之 U 字型陰極式,槽床之面積甚小。Townsend 式與電流密度同型之式大,而槽床面積小。

陽極與隔膜之更換,於工作上亦有重大影響。其更換時之難易,由電解槽之構造各有不同,如 Townsend and Allen moore 式更換

(3) A. J. Allmand (The Principles of Applied Electro-chemistry, 1924, 453)

(4) 日本曹達工業史 四二頁電解槽一覽表。

時手續較易,可以用薄石綿布。

Billiter Siemens 式不易更換。為避免麻煩計,用厚石綿布,上面塗以 BaSO_4 及石綿絲之混合物,以增加其耐久性,陽極亦然。除數種電流能率不良之電槽外,各槽各具特點,其優劣頗難判定。關於現在使用之各種電槽,究以何種最為有利一問題,據 J. Billiter⁽⁵⁾ 謂現在電解食鹽工業所使用之總電力為十四萬馬力,其電解槽順序分別如第二表。

第二表

Billiter Siemens	32%	Allen moore	13%
Greesheim	20%	Nelson	
銻極式	18%	Townsend	11%

歐戰前使用之總電力為七萬八千馬力, Griesheim 38%, 銻極法 32%, Billiter Siemens 16%。現在所用之馬力約增加一倍之多,但 Billiter Siemens 式最為發達,又最古之 Griesheim 式現尚廣為採用。除前述電槽中之數種外,其電流效率類皆良好,其優劣與工廠地價,電力燃料之價格以及成品銷售情形等有關,非可概括加以評判也。

曩者曾用河東鹽加少量錳鹽為結晶助成劑以再製之鹽,及河東鹽(硫酸根之含量比海鹽多)直接精製,以作電解之原料,採用水平隔膜法之 Billiter Siemens 槽,實驗製造苛性鈉。

(三) 實驗準備

(甲) 原料 食鹽之純度,達 95% 內外者,即可供電解之用。若用純度更佳之原料,其價格必大,生產費甚不合算。日本山崎真五郎氏用關東鹽溶液,使用苛性鈉精製處理後,上澄液所含不純物之分析,如第三表。⁽⁶⁾

(5) Die technische Chloralkali-Elektrolyse, 1924; Rudolf Meingast, Chem. Ztg., 1925, 586。

(6) 日本東京工業試驗所第十回。

第 三 表

關東鹽之成分	水分 5.35	不溶解分 1.26	NaCl 90.1	CaSO ₄ 1.06	MgSO ₄ 0.08	MgCl ₂ 1.12
苛性鈉處理後不純物				Ca 0.10	Mg 0.10	SO ₃ 0.80

據日人山崎真五郎氏之法,將河東鹽以苛性鈉處理後,上澄液之不純物分析,如第四表。⁽⁷⁾

第 四 表

含有物質%	NaCl	KCl	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄	CaSO ₄	不溶解物	水
河東鹽之分析	87.946	4.615	2.351	2.574	0.102	1.500	0.330(8)
成 分 (%)			SO ₄	Mg		Ca	
河東鹽之不純物			3.72	0.52		0.03	
苛性鈉液之處理後			3.02	0.09		0.01	

觀第四表,可知河東鹽以苛性鈉處理後,其不純物中之鎂鈣可得精製之,但硫酸根用此法不能除去。若將含硫酸根太多之食鹽溶液電解之,因硫酸游子放電之故,陽極就發生氧氣所生之氯氣得率低下,同時生成遊離硫酸,使溶液呈酸性,則陰極生成物之得率亦形減少。雖電解液之成分,與電流作業能率變化之關係尚未明晰,但一般電解食鹽工廠所用食鹽溶液,若硫酸根之含量大,則氯氣發生之能率低,且石墨陽極之消費亦大,則為周知之事實。

基於以上理由,食鹽溶液中之硫酸根,在可能範圍內,務以除去為是。欲完全除去硫酸根,以使用氯化鋇最為良好,惟若硫酸根,含量甚多,則以精製所用之氯化鋇需量過多,經濟上殊不合算。

本精製法以工廠經濟之立場,由河東鹽溶液中用氯化鈣(與日本西村虎吉⁽⁸⁾氏除去苦汁中之硫酸根方法同)將大部分之硫酸

(7) 日本東京工業試驗所分析室所分析之結果。

(8) 日本工業化學雜誌第二二編,一千九百十八年。

根除去後,所殘餘之硫酸根,再加氯化鋇以除去之。至其過剩之鈣鹽,鋇鹽,及食鹽液中之鎂,鐵,鋁等,則如 G. Stella⁽⁹⁾ 或日人中譯良夫⁽¹⁰⁾ 氏之報告,用苛性鈉及碳酸鈉之混合液,使鋇鈣成碳酸鋇碳酸鈣,鎂鐵鋁成氫氧化之沈澱物。又食鹽液中過剩之碳酸鈉及苛性鈉,用鹽酸中和後,將此溶液作電解用之。

再將河東鹽依日人丸澤常哉氏之報告⁽¹¹⁾,當鹹水中加以少量錳鹽,用天日製鹽法再製之,其成分如第五表。

第五表

含有物質%	NaCl	MgSO ₄	CaSO ₄	Na ₂ SO ₄	水
河東鹽加氯化鎂再製鹽	96.71	0.11	0.36	0.22	2.60

觀其成分,迨與塘沽鹽加錳所製之鹽⁽¹²⁾一致。

此再製鹽精,用氯化鋇及苛性鈉加之,則 BaSO₄, Mg(OH)₂, Ca(OH)₂ 沈澱,此時鹼性過剩,以鹽酸中和之後,作電解用之食鹽溶液。

(乙) 溶液之濃度 電解用之食鹽液,務使濃厚(但 Gibbs 電解槽之食鹽溶液之濃度為 25%)⁽¹³⁾。A. H. Hooker⁽¹⁴⁾ 供給懸垂狀態之固體鹽於陽極室之溶液中,俾常得飽和狀態,對作用上最為有利 J. Billiter⁽¹⁵⁾。但如用 Townsend 式槽,電流密度極大,而用食鹽溶液量亦大,尤為適當。蓋前者每因固體食鹽積塞隔膜之弊得以免除。

本實驗所用之食鹽溶液照前章所述兩法調製之,其濃度如下。

(9) G. Stella Koll Z. 40. 112. 1926.

(10) 日本大冢工業試驗所報告第十四回第九號一千九百三十三年。

(11) 日本工業化學雜誌三四編六〇九頁。

(12) 黃海化學工業研究社第五號十二頁民國二十三年二月

(13) Tacoma Electro-chemical Co.

(14) Chem. Met. Eng., 1920. 961.

(15) Die Technische Chloralkali-Elektrolyse 75. 1924.

a 液 以河東鹽之再製鹽,精製之,作 25% 之溶液。

b 液 以河東鹽直接精製之,作 25% 之溶液。

(丙) 陽極之選擇 陽極材料除 Greisheim 電解槽之為酸化鐵外,多用人造石墨。最要之點為其表面之孔度 (Porosity)。孔度若大,則電流效率低下,故表面常塗焦油 (Tar), 蠟油, 胰子等以填充之。關於此項研究,據 U. Pomilio⁽¹⁶⁾ 氏試驗之結果, ClO_3 , SO_4^{2-} , 等之游子多時,則不能順利進行。或食鹽溶液不純之時,塗布劑即可奏效。普通工作良好時,其效果甚小。現用之河東鹽含 SO_4 量甚多。以除去時消費甚大,故用塗布劑實為適宜。又據 E. Schlumberger⁽¹⁷⁾ 氏,石墨電極面不加塗布劑,而常使新鮮食鹽溶解接觸,則可減少電極之消耗。因此電極有特別之孔,及有作成中空者,由此將食鹽溶液(或稀薄鹽酸)全部或一部注入。惟此種辦法能否順利,尚屬問題。

此外陽極, C. G. Fink and L. C. Pan⁽¹⁸⁾ 兩氏尚用鉛銀之合金(61% 之銀) Siemens CO. 架於水泥石膏粘土砂等所做成有孔支持體之上。又有面上塗以二氧化錳更加氧化鋁。或以磁胎上覆貴金屬等種種陽極,惟其應用能否推廣,尚係疑問。

本實驗所使用之陽極為 Japan Carbon CO. 之人造石墨板,浸以溫蠟者。

(丁) 隔膜之選擇 隔膜法除 Greisheim 電解槽者用水泥製造外,多用石綿紙及布以增加耐久能力。所用之塗布劑,如 Billiter Siemens 式為硫酸鋇及石綿絲之混合物, Townsend 式使用石綿絲與特種三氧化二鐵之混合物。此外如氟化鈣或滑石,及醋酸錳,醋酸鋁, Ti Oxalate, 二氧化鎂, 二氧化硅, 鹼性土 (Alkali earth) 等膠質,均可做塗布劑之用。又石綿可代以玻璃絲做成水平隔膜。細網上塗布有孔性之物質,其孔內夾金屬細板等,雖各有可能,惟除石綿紙

(16) Giorn. Chim. Ind. ed appl. 7, 63; Chem. Ztg., 9 Mai, 1928.

(17) Chem.-Techn. Ubers, 1927, 10; Chem. Ztg., 9 Mai, 1928.

(18) Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1924, 129. 1926. 183.

及特製布以外之隔膜,皆不適於應用。H. K. Moore 氏⁽¹⁹⁾ Allen Moore 式電槽之工作詳細報告,謂隔膜連續可用三十日。工作中止後,洗滌二十四小時再用,則電壓可以下降,效率甚好,頗堪注意。

關於汞極法, E. Muller and A. Riedel 兩氏⁽²⁰⁾於鈉汞合金 (Amalgam) 分解時,使用鐵合金 (Ferro alloy) (M O. W. V. and Cr) 電極,以促進其分解。蓋以此等金屬溶解於溶液中,復析現於汞面,以致過電壓低下之故也。

以上為技術方面主要之研究,於實際上甚有價值。

本實驗係用 Billiter Siemens 電槽。其塗布劑為氟化鈣,硫酸鋇等。在鹼性溶液中甚為堅固,以其極微粉末狀之物,拔出於石綿布也。大粒則凝結而成不透性之物。若不凝結時,透過性太大,於氫氣上昇頗有影響。但如此等不溶性物質與石綿絲混合適當,則無上述之弊。使用後一星期至二星期,乃至數年間,其有孔性亦可均一維持。又硫酸鋇粉末及石綿絲之比例,其關係應如第六表。

第六表

陰極濃度(NaOH)	I 8-13%	II 13-18%	III 18%以上	
對百C.M.平方	BaSO ₄	190公份	275公份	350公份
	石綿絲	3-6公份	3-10公份	15公份

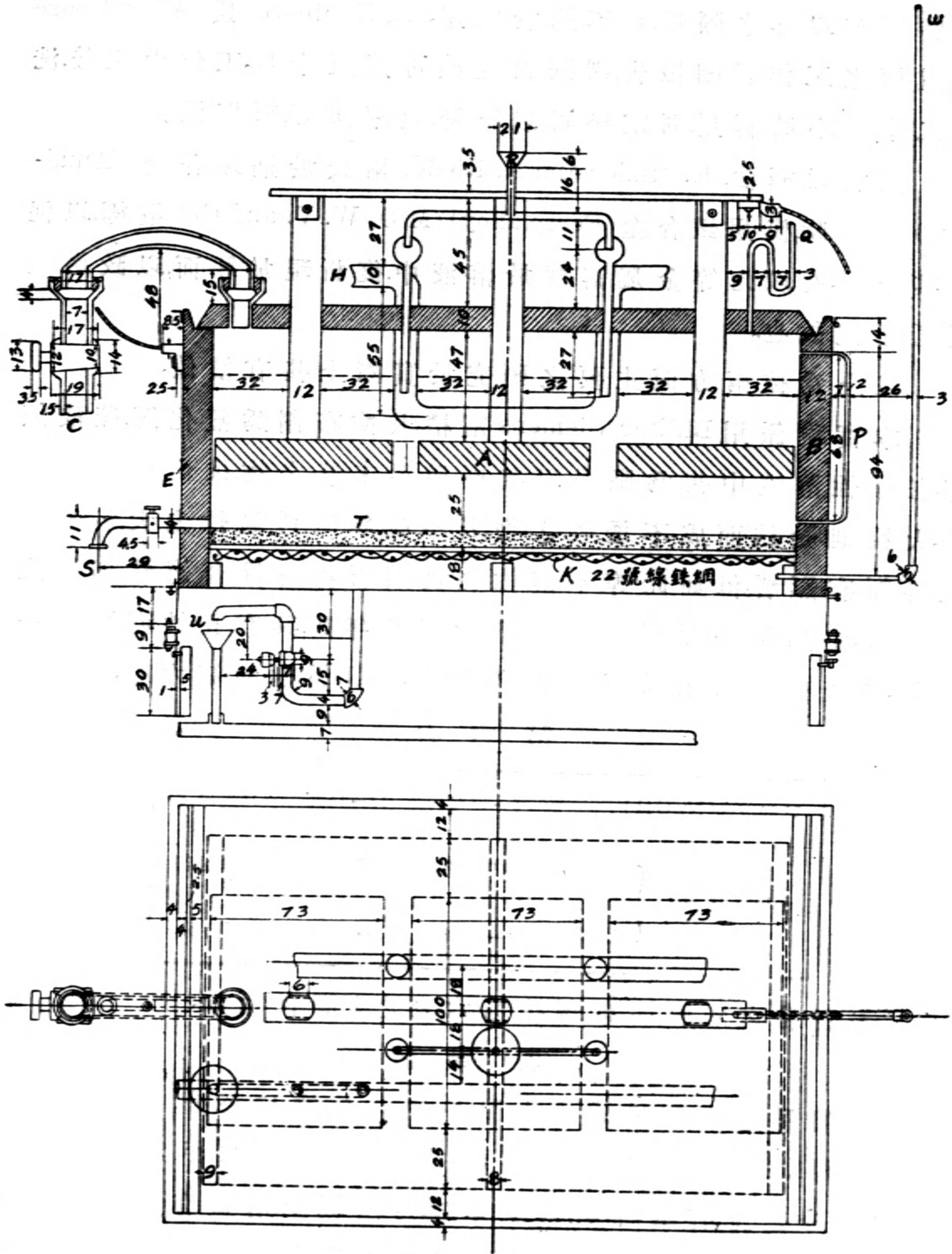
本實驗之隔膜塗布劑按第六表之I調合而成。

(四) 裝置

本實驗之電解槽為鐵板製,長27公分,寬17公分,深11.4公分。內側壁厚1.6公分,以水泥製成(B)。其面積約有344平方公分。離底面1.2公分之上,有鐵絲網,為陰極(K)。陰極上層蓋有石綿布(T)。更上為前章(I)種之隔膜用塗布劑之泥狀體。置於半公分厚布上隔膜上方2.5公分之處安置三片水平石墨陽極(A)。每片長10

(19) Chem. Met. Eng. 1920. 1011.

(20) Ztschr. Electrochem. 1920. 104.



圖中尺寸係以公釐為單位

第一圖 Billiter Siemens 式電槽



第二圖



第三圖

公分,寬7公分,厚1.3公分。電解蓋(厚0.6公分)至陽極室間食鹽溶液中,設置玻璃管(H)。通以水蒸氣,以備食鹽液加溫(攝氏三十度至七十度)之用,電解液則由槽底流出(u)。氫氣由(W)管放出。氯氣由電槽上方(C)管放出,而後通過吸收瓶,以備定量氯氣之用(參閱第一至第三圖)。

(五) 試驗

(甲) 第一次 將前(三)節所述之(a)食鹽溶液,加入電槽,使溫度上昇適可後,通以電流。然後測定電解液之鹼性濃度並量電流消耗計算電流能率。結果如第七表。

據第七表,電解河東再製鹽溶液,經過六小時,可得苛性鈉含量至12%後,將食鹽液注入速度加以調節。至12小時後,苛性鈉方達預定之濃度。又理論之電流效率為一百,電壓為23弗打,消費電力為1.54⁽²¹⁾。本實驗之電流能率為93%,電壓為3.93弗打,消費電力為3。

(乙) 第二次 將前(三)節所述之(b)食鹽溶液,注入電槽。加溫30乃至70度。電流密度為10amp/dm²內外。每兩點鐘測定苛性鈉之濃度。結果如第八表。

(21) C. Elliott chem. Trade. Journ. 1924 212-213.

(但電流效率 = $\frac{1 \text{ 安培時之電解量}}{1 \text{ 安培時之理論量}} \times 100$)

第七表

經過時間	陽極溫度	兩極間電壓	平均電壓	平均電流	平均電流	濃度	電解液容積	電解量	電解電量	電解電力	電解率	消費電力	電流效率	
(H)	C°	V	V	A	A	$\frac{N}{10} \text{H}_2\text{SO}_4$	C.C.	gNaOH	A.H	W.H	$\frac{gNaOH}{A.H}$	$\frac{WH}{gNaOH}$	%	
0	58	4.1	—	16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1	69	3.9	—	19.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	69	4.0	—	21.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	69	3.95	3.99	21.0	19.4	18	72	1045	75.24	582	232.22	1.2927	3.24	86.5
4	69	3.95	—	21.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	68	4.1	—	20.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	65	4.0	4.0	20.0	20.6	31.5	126	660	83.16	61.8	247.2	1.346	297	90.1
7	66	3.9	—	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	71	3.9	—	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	63	4.0	3.95	20.0	20.0	32.5	130	630	81.90	60	237	1.365	2.893	91.4
10	66	4.1	—	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	66	4.1	—	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	64	4.05	4.06	19.0	19.8	34.0	136	613	83.34	59.4	241.16	1.4029	2.894	93.9
13	66	4.1	—	19.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	66	4.1	—	19.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	67	4.0	4.06	18.0	18.9	35.0	140	564	78.96	56.7	230.2	1.3925	2.938	93.2

觀第八表，可知河東鹽直接精製，及再製鹽用水平隔膜法 Billiter Siemens 之電解，其極間之電壓約需 4.2 弗打。電流效率達 93%，苛性鈉之濃度至 12%，則其為絕佳之電解原料可知。

本實驗係以製苛性鈉為目的，氯及氫之利用，暫不試驗。

(六) 苛性鈉之製造

除用錄極法者外，所得電解液中皆含食鹽甚多。例如 Gibbs 電

第八表

經過時間	陽極溫度		平均電壓		平均電流		滴酸量		電解液濃度		電解電量		電解電力		電解率		消費電力		電流效率	
	H	C°	V	V	A	A	$\frac{N}{10}H_2SO_4$	$\frac{g}{L}NaOH$	C.C.gNaOH	A.H	W.H	gNaOH	A.H.	W.H	gNaOH	%	W.H	gNaOH	%	
0	45	4.25			17															
1	59	4.20			19															
2	63	4.20	4.21	20	18.67	25.6	102.4	428	43.83	37.33	157.44	1.174	3.592	78.6						
3	68	4.20		19																
4	7	4.25	4.21	19	10.33	29.6	118.4	422	49.96	38.66	163.03	1.2922	3.263	86.5						
5	72	4.15		19																
6	68	4.20	4.2	19	19	30.2	120.8	393	47.47	38.00	159.6	1.2492	3.362	83.6						
7	68	4.20		19																
8	68	4.20	4.2	19	19	30.5	122	424	51.73	38.00	159.6	1.3612	3.085	91.1						
9	68	4.20		18.5																
10	68	4.25	4.21	18.0	18.5	30.1	120.4	417	50.21	37.00	156.93	1.357	3.107	90.8						
11	70	4.3		18.0																
12	69	4.3	4.28	18.0	18.0	29.7	118.3	408	48.47	36.00	154.08	1.3463	3.179	90.1						
13	64	4.35		18.0																
14	58	4.35	4.33	18.5	18.17	29.6	118.4	417	49.37	36.34	157.35	1.3613	3.187	91.1						
15	59	4.40		18.5																
16	68	4.28	4.34	19.0	18.67	29.6	118.4	426	50.44	37.34	162.55	1.3508	3.213	90.4						
17	66	4.35		19.0																
18	68	4.45	4.36	19.0	19.0	29.6	118.4	441	52.21	38.00	165.68	1.374	3.173	92.0						
19	73	4.40		19.0																
20	68	4.30	4.38	19.5	19.17	29.5	118.0	444	52.39	38.34	167.93	1.3665	3.147	91.5						
21	65	4.45		19.0																
22	65	4.45	4.40	18.0	18.8	29.5	118.0	438	51.68	37.6	165.44	1.3745	3.201	92.0						
23	65	4.25		17.0																
24	63	4.45	4.38	16.0	17.0	29.7	118.8	398	47.28	34.0	148.92	1.3906	3.15	93.1						
25	63	4.3		16.5																
26	56.5	4.25	4.33	16.0	16.17	29.5	118.0	381	44.96	32.34	140.03	1.3902	3.115	93.0						
27	52	4.35		16.0																
28	68	4.40	4.33	16.0	16.0	29.4	117.6	375	44.10	32.00	138.56	1.3781	3.142	92.2						
29	62	4.30		16.0																
30	69	4.30	4.33	16.0	16.0	29.2	116.9	370	43.25	32.00	138.56	1.3416	3.204	89.8						
31	63	4.55		19.5																
32	70	4.35	4.40	19.5	18.33	29.5	118.0	430	50.74	36.66	161.30	1.384	3.179	92.6						
33	65	4.40		19.5																
34	62	4.50	4.42	19.5	19.5	29.6	118.4	417	52.92	39.00	172.38	1.3569	3.257	90.8						
35	65	4.40		20.0																
36	66	4.45	4.45	20.0	19.8	29.6	118.4	456	54.00	39.6	176.22	1.3636	3.263	91.3						
37	59	4.55		19.5																
38	71	4.45	4.48	19.5	19.67	29.4	117.6	456	53.63	39.34	176.24	1.3625	3.286	91.2						
39	64	4.35		20.0																
40	73	4.35	4.38	20.0	19.8	29.2	116.8	466	54.43	39.6	173.45	1.3744	3.187	92.0						
41	64	4.50		19.5																
42	66	4.45	4.43	20.0	19.8	29.2	116.8	470	54.89	39.6	175.43	1.3862	3.196	92.8						
43	74	4.15		20.0																
44	68	4.30	4.30	20.0	20.0	29.2	116.8	476	55.59	40.00	172	1.3899	3.094	93.0						
45	68	4.45		20.0																
46	65	4.40	4.38	19.5	19.8	29.3	117.2	476	55.79	39.6	173.45	1.4087	3.109	94.3						
47	68	4.40		19.5																
48	66	4.50	4.43	19.0	19.3	29.4	117.6	458	53.86	38.6	170.99	1.3953	3.179	93.4						
49	71	4.50		21.0																
50	67	4.15	4.38	17.0	19.0	29.6	118.4	452	53.52	38.0	166.44	1.4083	3.11	94.3						

槽流出之電解液,其苛性鈉佔10%,未分解之殘鹽有15%,⁽²²⁾如將此溶液濃縮,則食鹽漸次成爲結晶。濃縮之工作普通分爲兩段。初用多效式真空蒸發罐。其苛性鈉之濃度可達波美表(Be) 45度至50度(苛性鈉佔75%左右)。在此濃度下,食鹽之溶解量極少,其大部即行分離而出,可再用作調製食鹽溶液之用。食鹽全部分出之後,餘液用鐵鎳合金製之鑄鍋加火熱之。水分蒸發既盡,則成融熔狀態(溫度450度至500度)。放冷而固體苛性鈉成矣。

如欲苛性鈉色彩優良,可加入少量之硫黃,則成品變白色,⁽²³⁾以其能漂白雜質及少量之鐵質也。

前述兩次實驗,均依此法製成固體苛性鈉,其結果如第九表。

第九表

	電 解 液		分 出 食 鹽		固體苛性鈉
	NaOH g/L	NaCl g/L	NaOH %	NaCl %	NaOH %
a	115	135	6.3	93.7	93
b	118	132	4.8	95.2	95

觀第九表,電解河東鹽所製成之苛性鈉可達95%之成績。

(七) 電解食鹽工廠之設計及說明

電解食鹽工業之發展,要爲氯氣之利用情形所左右,此毋需贅言者。製造費中最大一項爲電力。次爲食鹽原料。依前實驗結果,河東鹽電解所得之電流效率爲93%,電壓爲4.2弗打。故每製造千磅苛性鈉,所需之電力(交流)如下:

$$P = \frac{1}{1494} \times \frac{\text{NaOH} \times V}{h E \text{ ena}}$$

P. 爲總電力量(K.W.H), 但以交流供給之者。

NaOH. 苛性鈉每小時產量(以公份計) 1000 磅

(22) J. H. Baker. Chem. Met. Eng. 1933. 177

(23) 日本曹達工業史第四三頁

- E. 爲電流能率(電解河東鹽之電流能率) 93% (見第六節)
 ena. 爲食鹽之精製率(河東鹽精製率) 97% (見第三節)
 h. 變流能率(同轉變流機之交流變直流之能率) 90%
 V. 電解槽一個之電壓 4.2 Volts (見第六節)

但苛性鈉之理論的產量,用 1000 amp. 時,爲 1494 公份。

故 $P=1558$ K.W.H.

由此氯氣之計算如下,

$$Cl_2 = \frac{1322}{V} P.E.h.$$

但氯氣理論的產量,用 1000 amp. 時,爲 1322 公份。

故 $Cl_2=410462$ 公份,即 912 磅。

由此計算氫氣如下,

$$H = \frac{37.6}{V} P.E.h.$$

但氫氣理論的產量,用 1000 amp. 時,爲 37.6 公份,

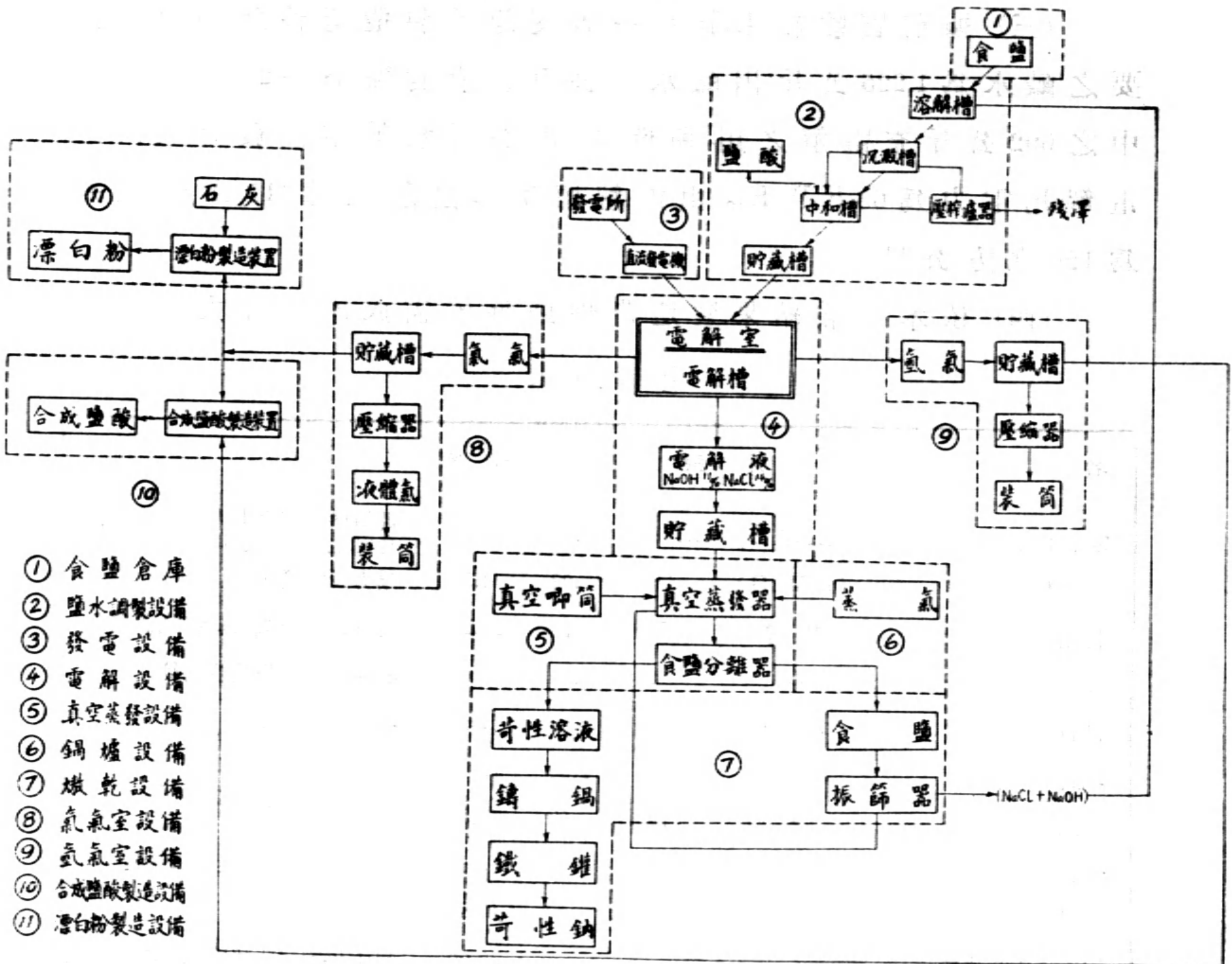
故 $H=11.674$ 公份,即 26 磅。

據此計算,製造苛性鈉千磅,需用電力 1558 K.W.H., 發生氯氣 912 磅, 氫氣爲 26 磅。此外加算動力及電燈等約所用電力百分之五, 爲 78 K.W.H., 合計 1636 K.W.H.。次爲用河東鹽爲原料時, 當計入其純度爲百分之 87.946 (見第四表), 又溶解及精製時之損失爲百分之三, 則每製苛性鈉千磅所用食鹽爲 1650 磅。

如每 K.W.H. 電力之成本爲一分, 則製造千磅苛性鈉之成本 (原料及消耗費) 爲 45.02 元, 共需 61 元。若苛性鈉居其中百分之四十, 氯氣居百分之五十五, 氫氣居百分之五, 則氯氣之成本爲二十八元三角, 即每磅之價約三分。現在各方面多力求氯氣成本之減低, 故電解食鹽事業之盛衰, 又將爲氯氣利用情形所左右。

氯之利用於工業方面者, 已有漂白粉, 鹽酸, 氯化硫黃, 毒瓦斯, 液體氯及其他氯化化合物。氫氣則多用以製硬化油, 航空船用, 高熱發生, 其最堪注意者爲合成亞母尼亞爲工業原料之用。故建設電解食鹽工廠之先, 尤須研究氯氣及氫氣之處理問題。

電解食鹽工廠重要設備及製造程序如第四圖。



第四圖 苛性鈉製造之程序

根據前舉實驗結果,及電力等在太原之市價計算,一晝夜連續製造千磅苛性鈉之成本如第十表。

據第十表,知苛性鈉每磅之成本為三分九釐。

(八) 結論

(一) 以山西安邑縣運城河東鹽湖產出之食鹽為原料,用少量氯化錳為結晶促成劑製成之鹽,直接加氯化鈣,先除去一部分之硫酸根,其餘可用氯化鋇,如此精製之鹽,可充電解之用。

(二) 電解槽用水平隔膜法 Billiter Siemens 式,按前實驗方法電解之。其電流效率為 93%,電解液中苛性鈉之濃度達 12%。以此液製得之苛性鈉,純度可至 95%。

(三) 據前實驗結果,計算一晝夜連續製造苛性鈉一千磅需要之鹹水為 1.225 公斤(因鹹水一公升含有食鹽 280—290 公份),其中之 692 公斤充電解之用。所餘之 533 公斤於真空蒸發時收回之。電解用電力為 65 K.W.H.。由電解槽生成之氯氣為 411 公斤,氫氣為 120 立方公尺。

(四) 依本試驗結果,製造苛性鈉每磅需成本三分九釐。

第十表

名 稱	量 別	數 量	單 價	總 額	附 註
電解電力	(K.W.H)	1.558	(元) .02	(元) 31.16	電解槽所用之電力見(七.電解食鹽之設計及說明)
雜電力	(K.W.H)	78	.02	1.56	動力及電燈用見(全上)
食鹽	100磅	1.650	1.35	22.28	河東鹽之原價(無稅)見說明A
煤	噸	1	4.00	4.00	在山西省太原見說明B
消石灰	1,000磅	800	2.00	1.60	在山西省太原
職員	名	6	2.00	12.00	每人月薪60元
工人	名	18	.60	10.80	每人日資6角
包裝費				13.60	苛性鈉,漂白粉,鹽酸之包裝
修繕費維持費獎勵金				18.86	
固定資本折舊費				30.00	以十年攤提折舊固定資本十萬元
合 計				145.86	
漂白粉	磅	1.100	.05	55.00	按氯氣456磅製造之
鹽酸	磅	1.300	.04	52.00	全上
苛性鈉	磅	1.000		38.86	
合 計				145.86	

〔說明〕 A. 河東鹽原價(根據西北實業公司特產組之調查,即在河東鹽湖生產費)每百斤為五角,至太原之運費為一元三角,共計一元八角。

B. 製造一噸苛性鈉所需之煤為 2—2.3 噸。

工程譯叢

用水泥比水率決定混凝土強度之新說

趙國華譯述

自昔以爲混凝土之強度與混合用水量有密切之關係。故自 Abrams 氏之水比水泥 (Water-cement ratio) 學說發表以來，愈以爲混凝土之強度，配合比，與可工性 (Workable) 俱受一定水泥量用多寡之水分，爲之支配。此種理論，風行全球，已閱十餘年。但混凝土之強度，對於混合用之水泥量無關一層，Abrams 氏之學說不免有可議之點。最近理海 (Lehigh) 大學之 蘭斯 (Lyse) 教授，關於此點，曾將施工上所需之各種可工度 (Workability)，分別用一定之水量，使水泥用量加以變化，與 Abrams 之說適相反，以求水泥比水 (Cement water ratio) 與強度間之關係，已得到一合理的結果。茲就該大學研究所之 Wernisch 氏之記述，轉爲介紹，以供參考。

水泥比水之方法 理海大學 研究所認以前所用水比水泥法爲無大成效，且理由不甚充分，故將其放棄，另用水泥比水法設計。此法在混凝土配合之設計上，因簡單適用，效果又大，可廣推行。

自昔以爲水量，爲決定混凝土強度之要素，故 Abrams 氏即從一定之水泥量，變動其用水量，導出水與水泥比與強度間之理論的關係。反之，若將水量設爲一定，而變其水泥用量，亦何獨不可。

Lyse 教授之理論 Inge Lyse 教授以爲決定混凝土強度之要素非水而爲水泥。若用水量爲一定，(即保持同一之稠度 Consis-

tancy),則混凝土之強度與水泥與水之比率(C/W)間成直線的變化。不論欲達何種塌度時應用之水量為若干,所得之強度恆可一定,此點最堪注目。此種設計方法,乃為合理的,且因適用簡易而正確。最大利益,則在C/W比與強度間之關係殆為一直線。已知其一,即可簡單的推算其他,不消在試驗室內逐一實驗求出。

Lyse氏對於此種新法,有次列之說明。就同類混合材之各種配合,使純水量(指單位混凝土容量而言)保持一定,依C/W比可以決定水泥用量為純水量之若干倍。而對於配合肥瘠(Mix richness)之變化,每水泥量增減1%時,混合材依同樣配合之比例損益0.85%即可。

在設計時使用新說之方法如次。

(1) 求出單位容積重量最大時之粗細混合材之配合比例。凡混合材空隙最小時之重量為最大,而空隙最小所需之膠泥量亦最小。

(2) 定出所需之稠度(Consistency)。

今假定最經濟設計應用之粗細混凝土之配合比為3:2。先依乾燥狀態時水泥及細粗混合材之重量比依1:2:3之比例而配合之。加水之量,以達到所需之塌度(Slump)為度。如嫌過軟,則依上列之比例,將各材混合,加入拌和,直至所需之稠度為止。惟需注意,不宜採用較規定稠度所需之水分相差過巨。次將混合材之吸水率加以訂正,乃得配合用之純C/W比。再由此比例而得純水量。此種配合稱曰基準配合(Basic Mix)。

(3) 在規定塌度之下,用一定混合材之粒度(Gradation),與用水量,所得之混凝土亦為一定。如在基準配合中,將水泥量加以增減,例將水泥量增加x%時,則混合材依基準配合比扣除0.85x%。同樣水泥用量較基準配合所用者省出x%時,則混合材中依基準配合比增加0.85x%。至於0.85值之由來,則根據

混合材之比重為2.65;水泥之比重為3.10; $2.65 \div 3.10 = 0.85$ 。

塌度 6" 之混凝土所用之基準配合比(依重量)如下:

(水泥) 2270gr : (沙) 4540gr : (碎石) 6810gr = 1:2:3。 (水量) 1424gr。

假定吸水量為 1%，則

$$\text{純水量} = 1424 - (4540 + 6810) \frac{1}{100} = 1310\text{gr.}$$

計算例: (1) 設 $C/W = 1.2$, $C = 1.2W = 1.2 \times 1310 = 1572\text{ gr.}$

(2) $2270 - 1572 = +698\text{ gr.}$

即 C/W 為 1.2 時, 水泥用量較基準配合少用 698gr.。故應在基準配合中所需之水泥量, 減去 698gr.。同時混合材應另增加 $.85 \times 698 = 592\text{gr.}$ (細粗比為 2:3)。結果所得之容積仍為一定。

3. 細混合材之增加量 $592 \times 0.4 = 237\text{gr.}$

粗混合材之增加量 $592 \times 0.6 = 355\text{gr.}$

4. 新配合比用水泥量為 1572gr.

細混合材重量為 $4540 + 237 = 4777\text{gr.}$

粗混合材重量為 $6810 + 355 = 7165\text{gr.}$

結果新配合比例改為

(水泥) 1572 : (砂) 3777 : (碎石) 7165 = 1:3.04:4.56。

$$C/W = 1.2, \text{ 水} = \frac{C}{1.2} + (1\% \text{ 吸水量}) = \frac{1572}{1.2} + \frac{1}{100} (4777 + 7165)$$

$$\doteq 1463\text{gr.}$$

曲線之作成 依上述之方法, 將各種配合之比例決定後, 造成若干試驗體, 並經適宜之保養, 然後試驗其壓縮強度, 分別依縱橫軸距點出強度與 C/W 間之軌跡, 其結果殆成一直綫 (見附圖)。

C/W 與強度間之軌跡一度造成後, 對於其他各種塌度所需之配合比亦容易求得。例如求塌度 4 吋時之配合比, 先依 1:2:3 (2270:4540:6810) 之配合比混和後, 增加水量至所要塌度為止, 再算出其純水量。此種設計, 只需重覆數次, 即可定出。其法先將所要塌度之用水量假定一適當之數量, 起先一次混和後, 在必要時加以訂正。

並不困難。

假定 4" 塌度
用純水量為 1200 gr, 所要之強度為 3500 #/0" (七日), 求混凝土之配合比。

先從圖上定出 $C/W = 2.12$

$$\therefore C = 2.12 \times 1200 = 2545 \text{ gr.}$$

較前述基準配合比所需之水泥量增加 $2545 - 2270 = 275 \text{ gr.}$

因增加水泥量而減少之混合材為 27

$$50 \times 0.85 = 234 \text{ gr.}$$

細混合材為 $234 \times 0.4 = 94 \text{ gr.}$

粗混合材為 $234 \times 0.6 = 140 \text{ gr.}$

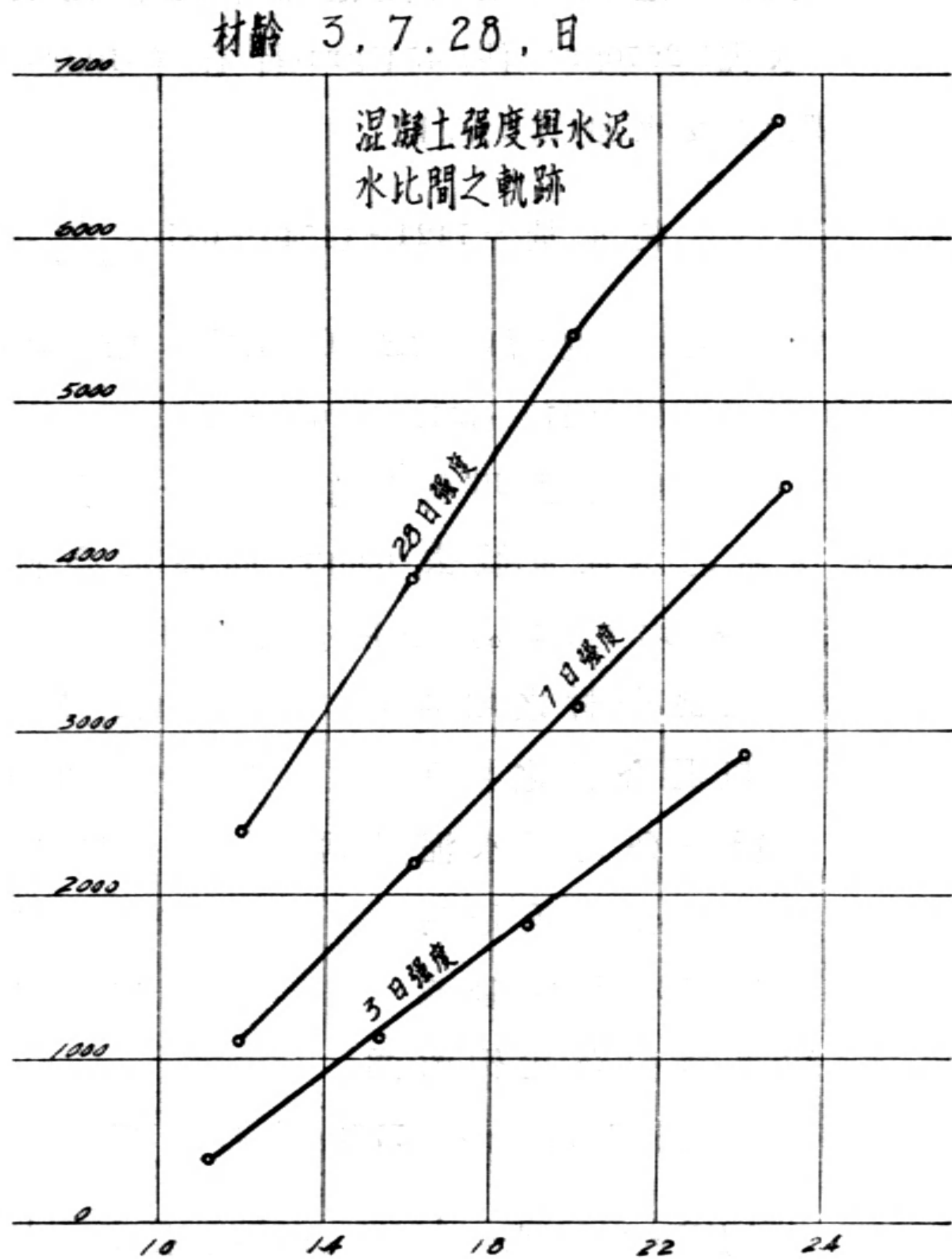
新的配合比應改為

$$(\text{水泥}) 2545 \text{ gr} : (\text{砂}) 4446 \text{ gr} : (\text{石子}) 6670 \text{ gr.} = 1 : 1.70 : 2.62.$$

$$= (4540 - 94) \quad = (6810 - 140)$$

$$\text{純水量為 } \frac{C}{2.12} + (1\% \text{ 之吸水率}) = 1200 + 111.2 = 1311.2 \text{ gr.}$$

配合比設計之概要 用 C/W 比以設計混凝土之配合, 其方法頗為簡單。苟混合材之形狀, 及粒度與單位容積內所用之水量, 如為一定, 不論配合之肥瘠, 混凝土之稠度殆為一定。



實際 C/W 值之範圍常在 1.25 至 2.25 之間,殆無越出此種範圍者。故上述之理論,可以成立。水泥量如有增減之必要者,則在混合材內依 0.85 倍之重量損益之。因 C/W 比強度間之軌跡殆為一直綫,故較 W/C 比與強度間之軌跡成曲綫為簡單。且強度依水泥量之多寡而定,較強度依用水量而決定之學說為可信。軌跡為一直綫,故應用便利而簡單。欲求預定所需之強度,僅將配合施以肥瘠之調劑,不必將單位容積所用之水量加以增減。此為本法之特長。

炸彈破壞力之算法

趙國華譯述

炸彈之破壞力,至今尚在充分研究之中。即就理論之立場,尚有不少相關之因子,需待實驗求得者,又屬不易。本篇僅就炸彈落在土內及混凝土面上發生爆炸時,由於直接衝擊力所起之破壞程度之算法,加以說明,籍作設計防空工程時之一種概略參考。至於被炸體所起之種種現象,及炸彈發生之破壞作用,如披靡作用,炸壓作用,碎片作用(炸彈炸後之碎片所起之副作用),破片作用(被炸體炸後之破片所起之作用),以及鄰地震盪之作用等等,未加說明。本文之主要參考書為:

Julius Meyer; "Die Grundlagen der Luftschutz".

Hans Schaszberger; "Bautechnischer Luftschutz".

炸彈自空中某種高度投下時,所起之速度與被炸體相衝突,繼則侵入體內,信管着火,傳着火藥而炸彈爆發。

先求爆炸時炸彈侵入體內之深度。

設 E 為直擊力(T.m)(直接衝擊力之縮語)。由勢力不滅定理得

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

m 為炸彈之重量(Kg), v 為炸彈着地前之速度(m/sec)。

由於上述之直擊力,使炸彈侵入被炸體內之深度 h(m),可用

次式求之：

$$h = \frac{E}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} \omega_0 \quad (2)$$

上式中之 D 為炸彈自體之最大直徑 (cm)。

ω 為被炸體之抵抗係數 (Widerstandsbeiwert der Baustoffes)

E 值乃由 (1) 式得來, D 值可依炸彈之重量而推定。大體如下表所示：

重量 (Kg)	12	50	100	300	1000
直徑 (cm)	9	18	25	36	50

ω 值視各種被炸體之材料而異, 其值大體如下：

材別	土	混凝土	鋼筋混凝土	鋼
ω	1/150	1/750~1/1200	1/1,500 · 1/2,250	1/150,000

炸彈侵入被炸體而爆發時, 其破壞所及之範圍依 Perres 氏

之公式為

$$r = \sqrt[3]{\frac{L \cdot d}{c}} \quad (3)$$

上式中之 r 為破壞半徑 (cm)。

L 為炸彈內炸藥之重量 (Kg)。

d 為被炸體之阻止係數 (Verdämmungsfactor)。

c 為被炸體之材料係數 (Beiwert des materials)。

各材料之材料係數, 土為 0.7, 混凝土為 3, 鋼筋混凝土為 6。

各材料之阻止係數如次：

炸彈重量	300~1000Kg	100Kg
土	0.66	0.4
混凝土	0.25~0.4	0.175~0.275

被炸體為土, 炸彈侵入後達到充分深度而開始爆炸者, L 之值約等於炸彈中之全炸藥量, 或炸彈重量之一半為有效。被炸體

爲混凝土者,侵入之深度較淺,炸彈體之大部在外部爆炸,此時 L 之值僅爲全炸藥量五分之一。

c 值與第二式中之 ω 值有相互之關係。各種材料之 c 與 ω 之積約爲 0.004。

實際破壞所及之範圍,恆依侵入深度及爆炸之破壞半徑,被炸體之性質而異。混凝土與土,各不相同,其理由如下。

設被炸體爲土,則炸彈必穿入土內而後炸,被炸體爲混凝土,則炸彈之頭部一着混凝土表面後立即爆炸。

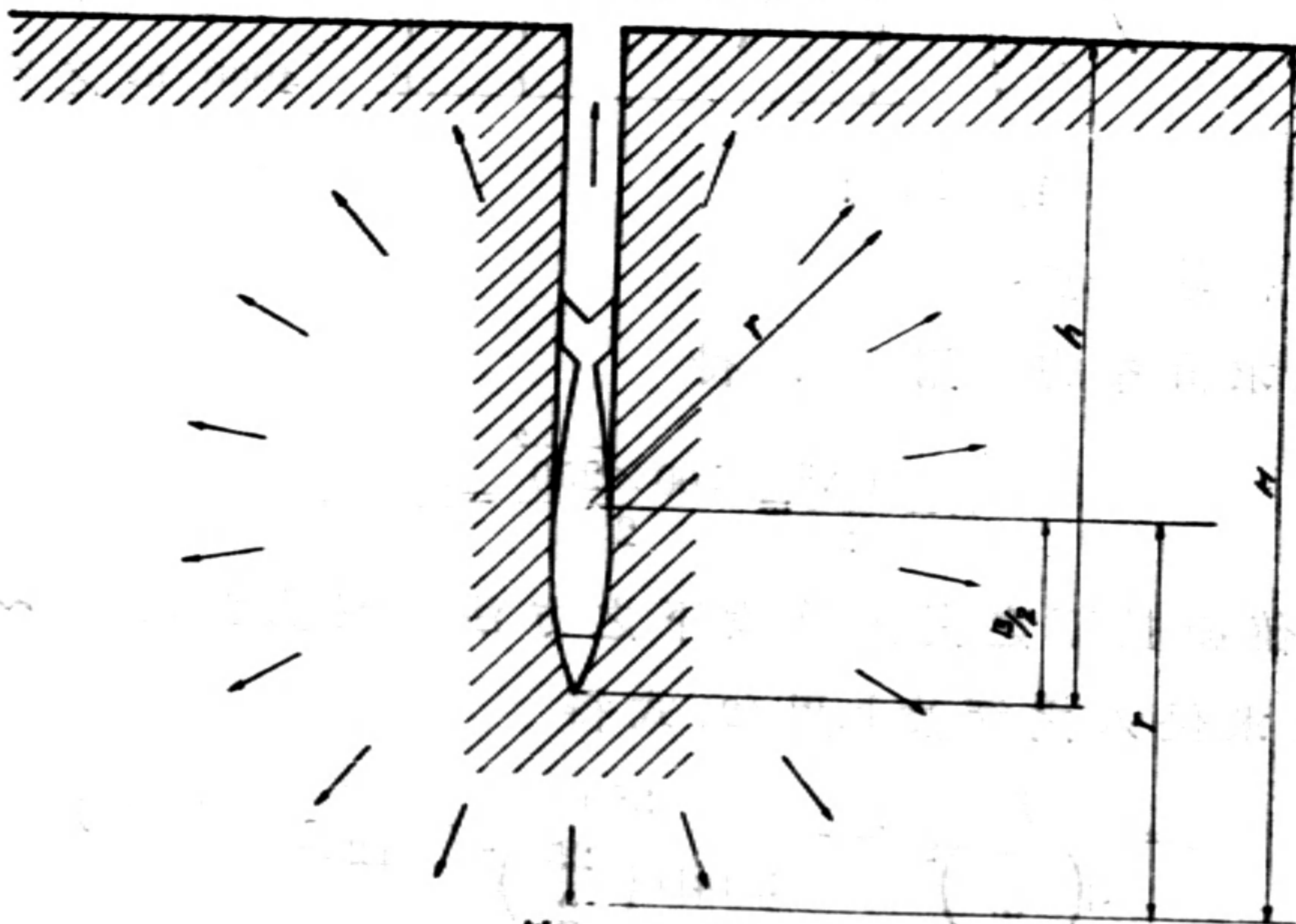
依以上之說法,又可分成兩種方法以求完全破壞所及之深度。

(1) 被炸體爲土時。全破壞之深度爲

$$H = h - \frac{B}{2} + r \quad (4)$$

H 爲全破壞之深度 (m)。

h 爲侵入之深度 (由 (2) 式得來)。(m)



第一圖

r 爲破壞半徑 (由 (3) 式得來)。(m)

B 爲炸彈之長度 (約爲直徑之 6 倍)。

上式成立之理由,可參閱第一圖所示極易了解。此時爆炸之

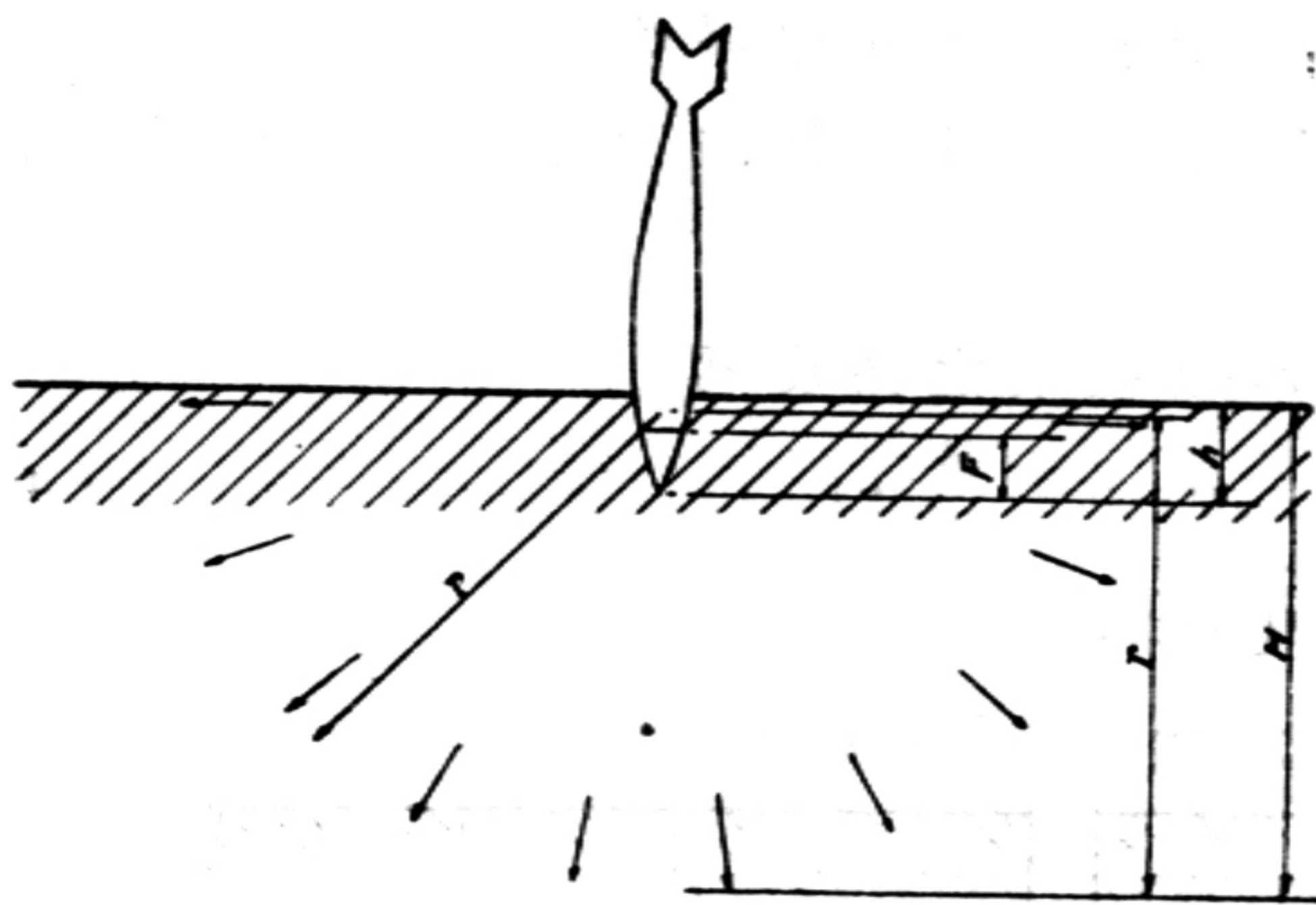
中心在 $\frac{B}{2}$ 之位置。

(2) 被炸體為混凝土時。全破壞之深度為

$$H' = \frac{h-F}{2} + r_0 \quad (4')$$

H' 為全破壞之深度 (m), h, r 與上述同。

F 為炸彈之延期信管及補強裝置之長度, (約等於炸彈之直徑)。(m)



第二圖

上式成立之理由,參閱第二圖極易了解。此時爆炸之中心,為炸彈穿入混凝土深度除去彈頭金屬補強裝置之長度外之一段之中心距。

例如在高度 4000 m 之空間投下 100 Kg 之炸彈,求混

凝土之破壞深度。

先求直擊力 E 用 (1) 式得

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{100 \times 250^2}{2} = 320(\text{tm})$$

v 值視投下之高度及投下之方法而異大致在 250~550m/sec 之間。次求侵入之深度 h , 用 (2) 式得

$$h = \frac{E}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} \omega = \frac{320}{3.1416 \left(\frac{25}{2}\right)^2} \cdot \frac{1}{1200} = 0.55(\text{m})。$$

破壞半徑 r , 用 (3) 式得

$$r = \sqrt[3]{\frac{L \cdot d}{c}} = \sqrt[3]{\frac{10 \times 0.175}{3}} = 0.83(\text{m})。$$

普通炸彈內之炸藥量約為全重二分之一，被炸體為混凝土時，僅得五分之一之有效破壞作用，故L為炸彈重量(100 Kg)之十分之一，即10 Kg。

結果全破壞之深度H，用(4')式得

$$H' = \frac{h-F}{2} + r = \frac{0.55-0.25}{2} + 0.83 = 0.97\text{m}。$$

苟有敵軍編成轟炸機隊，攜帶100 Kg重之炸彈，在高空4000m以上之空中連續不斷拋下時，此種情況，實際定有此事。則此後對於城市及一切建築物之防空構造，應如何措施之處，讀此篇已可明瞭其大概矣。

十五年來德國鋼鐵工業技術上之演進

邵 象 華 節 譯

德國鋼鐵工業發達，十餘年來技術上尤有長足之進步，本文節譯德冶金專家 Fritz Springorum 在英國鋼鐵學會 (Iron and Steel Institute)，二十五年秋在德多塞道夫城 (Düsseldorf) 舉行年會中之演講稿。原稿已在1936年九月份“Stahl und Eisen”發表。將近年來德國於擴張軍備壓力下鋼鐵冶金之改進各點，備述無遺。譯者以時間限制，已將較不重要之處刪去。

譯者誌，廿六年十二月，倫敦。

凡百工業技術改進之方向，莫不為所在地之特殊環境所影響，鋼鐵業亦然。其中最要者為原料供給情形，舉例言之，美國礦產豐富，煤鐵二礦，取之不盡，用之不竭，國內鋼鐵消費量極大，言技術改進者，多偏重關於逐漸膨脹中之產量調節及處理問題，以及代替昂貴人工之極度機械化問題。德國雖亦以機械化及增大工廠單位以減低出產成本為目標，但在此方面所成就者，遠不能與新大陸相較。蓋以原料之缺乏，其最要之目的，在求原料之經濟利用，以及出品質地之改良。

(一) 工作經濟化

欲求減低成本,必須有嚴格精確之工廠管理,及關於生產方面之充分研究工作。研究工作之結果,能指示方法上可以改良之處。鋼鐵廠十餘年來關於工作經濟化方面之改進各點,其最重要者,有如下述:

1. 動力(Power)之統制 德國燃料來源不富,十五年前,曾因燃料缺乏而鋼鐵產量大受限制。當時燃料之精密管理,為絕對必要。此為特殊情形,但即使燃料供給不若是貧乏,其經濟利用,亦為至要,蓋鋼鐵出產全部成本約四分之一,係消費於動力之產生及輸送(包括煤,燃氣,蒸汽,電力,壓縮空氣等項),每一細小改良,常能節省極大耗費。德國鋼鐵學會 (verein deutscher Eisenhüttenleute) 有鑒於此,特於當時組織一專門委員會,與全國鋼鐵廠合作,研究動力問題,該委員會出版報告書多件。其第一步工作,在各種動力之精確測量,以及原料,助料(Auxiliary Materials), 半成品,及已成品等往來確實數量之求得。各項數字均逐日記載,積年經月,乃可自所得記錄,計算全廠動力消費量與產量之關係,以及核造調制成本所必需之動力分配表。動力分配之主要目標,在使煉焦爐 (Coke-ovens) 與鼓風爐 (Blast furnaces) 所產生之熱力,與煉鋼及軋鋼廠 (Rolling mill) 在不同情形下之需要量相吻合。各部不再單獨處理本部之動力供給及支配,而全廠設一動力管理總機關,支配各部所產動力之全部。此種動力統制之實行,有時需要長距離之燃氣輸送,以求得動力供求平衡。此項經長距輸運之燃氣,在一九二四年中不過 240,000,000 立方公尺,至一九三五年,已增達 2,400,000,000 立方公尺。計十倍,統制動力在德國十年來發展之程度,由此可測。由於動力統制之採用,據專家估計,每年已節省煤之消費約 10,000,000 噸,新式鋼鐵廠中,其煉焦及煉鐵(鼓風爐)二部之副產燃氣,非但足夠全廠所需熱力,且有剩餘,可供廠外利用。

2. 物料(Materials)之支配 由原料至成品,經過步驟至為繁複,其中每步與他步之關係,往往極難明確認識,此種困難,因生產

手續上時間有伸縮性,更爲加甚。但根據已往所得知識,可推測此方面之將來工作,有極大之可能性。

3. 時間研究(Time Study) 以上二項,均關係全廠之管理。除此以外,廠中各部工作之時間研究,精確行之,常能指示增加利用廠中設備之效率(Efficiency),縮短生產時間,以及調節時間等等之途徑。

以下將鋼鐵廠各部份技術上之改進各點,分別言之:

煉焦廠

近年各鋼鐵廠爲減低出產成本起見,多努力於廠中各單位之擴充。但煉焦部則在多數廠家,並不作與其他各部相當之增廣。蓋近年因欲減低煉焦成本,及根據熱力管理上之需要,煉焦已漸趨集中化。大規模之煉焦廠,建於煤礦所在地,供給大量焦炭。

煉焦廠本身之改良,則如下述:煉焦爐之壽命,因矽砂磚(silica bricks)之採用,已增長不少。煉焦時之損耗(Losses),因利用自封爐門(Self-sealing Doors)而減低。同時煤氣自爐頂抽出,副產物之產量隨之而增。二者使煉焦爐工作加速。由於已知各種煤之可煉焦性(Coking Properties),吾人已能隨意改變所成焦炭之性質,例如焦炭之可燃性(Combustibility),由混合適量不同之煤而採用適當之方法,已大有改良。

煉焦爐之寬度,對煉焦所需時間,及所成焦炭之物理的及化學的性質,有至大關係。近時趨勢,爲採用高而狹之爐身。例如在35—40公分寬,350—450公分高之爐中所需煉焦時間,僅及在50公分寬250公分高爐中所需之半。前者每二十四小時可煉焦25噸,後者則不過12噸。

煉鐵廠

煉鐵廠十五年來有一顯著之改變,爲礦石預備手續(Ore Dressing)之加精。鐵礦之濕裝整(Wet Dressing),乾炒(Roasting)及磁力檢礦法(Magnetic Sorting),均已有多種。各法雖尙未能適用於大規

模煉鐵廠,但在研究經過中,吾人已得有關於鐵礦可煉性(Reducibility)及其他物理性之重要知識,用以判斷鐵礦,實際上已證明有甚大用途。

鐵礦石在飼入鼓風爐前之預備手續,如軋碎等,往往產生多量之極細粉末,不適宜於鼓風爐之運用。此項粉末,必需先經燒凝(Sintering),方可與塊狀礦石同時飼入鼓風爐,在德國習用之燒凝方法,為利用華得勞特(Dwight-Lloyd)設備,旋轉圓筒爐(Rotating Cylindrical Furnace)之應用,最近在試驗中。此法同時並有若干還原作用(Reduction)。

由於上述礦石之適當準備,鼓風爐之生鐵產量及焦炭之消費量,近年已有顯著之進步。同時由爐頂吹出之細粒所生之損耗,亦大為減低。鼓風爐本身構造,近年來並無基本之變化,有之不過為使其運用更趨平穩,以及節省人工,劃整各部排列等而已。

近代之鼓風爐飼料(Charging),已盡量機械化。普通以斜滑梯吊車(Inclined Track Skip)為最佳,亦有用懸架起重機(Overhung Crane)者。再有一法,則用豎式吊車,而於爐頂平台(Charging Platform)上置一起重機,將原料運至爐頂,此法用於數爐列成一直綫時,較他法為簡便。

增加鼓風爐產量之一要點,為原料存儲及供給機械之改良,使原料供給,迅速而準確。煉鐵廠之無自設煉焦廠,或有而所產焦炭不足,似需添用外來焦炭者,則鼓風爐與煉焦廠之間,必築特別鐵軌以利運輸。

最近有數家煉鐵廠建造新爐,其爐底各部,以及爐身下部之尖形段(Bosh)不用火磚砌成,而改用含炭黏性材料,全個壓成,根據已往經驗,此種新法,結果甚屬良好。

鼓風爐之產量增大,例如自每日六百加至一千噸,爐之本身加大不多,但吹入空氣體積,則必須依比例增加。根據在變動情形下各種壓氣機適合性之研究結果,汽輪吹風機(Turboblower)之採

用與日俱增。無論建造新廠或改造舊廠，多已裝置此機。其效力之宏偉，可自下述一例推知：下萊茵河某廠，二鼓風爐日出生鐵千四百噸，產比 (Yield) 45%，同由一汽輪吹風機供給空氣，每分鐘達2,300立方公尺(氣壓60公分水銀柱)。

空氣預熱塔 (Hot Blast Stoves) 之構造，亦有變更。其目的在減少塔數，使每鼓風爐祇需二塔。現時空氣預熱度已增至900°C以上，同時每分鐘所用空氣體積，又因增加產量而大增，有如前述，故非獨塔中之燃燒器 (Burners) 構造需加改良，整個塔內之磚格架 (Brick Chequerwork)，亦需改造。現時空心曲面磚 (Hollow Corrugated Bricks) 之應用，使塔內溫度之變更加速。新式預熱塔之運用，因半自動式遠距節制法 (Semi-Automatic Remote Control) 之採用，已較舊式者簡便而可靠。

鼓風爐產鐵之鑄模，亦已簡單化。數年前鑄槽 (Pig bed) 上所需人工，今已為起重機及附屬機械所替代，因特製之鑄模機 (Casting Machine)，已取得鑄槽之地位而代之，其運用簡潔可靠。鼓風爐出口 (Taphole) 之開啓，亦已廢除人力，而以壓縮空氣錘 (Compressed Air Hammer) 及養氣為之。其封閉則以遠距節制之壓縮空氣炮 (Compressed Air Gun)，以免除熔鐵他摔對工人身體所生之危險。

鼓風爐氣 (Blast Furnace Gas) 之清潔 (Cleaning)，亦已有極大改進，除原有乾濕各法外，今更有大規模可靠之電力濾氣機 (Electro-filter)。

爐渣 (Slag) 為煉鐵廠之副產物，利用已數十年，但其有計劃的利用，則為最近數年間事，除用以製造普通爐渣水泥外，由於適當之飼料成份比例，吾人已可得具有特種水力學之性質之爐渣水泥，或利用特殊方法，而將爐渣凝成與浮石相仿之物質，在輕建築上為用甚大。其他利用之途，如作為混凝土之成份，汽車路鐵路路基礎建築，石灰肥料成份，以及爐渣絲綿 (Slag Wool) (用作聲或熱之隔絕物) 之製造等，均不容忽視。

煉鋼廠

煉鋼廠之變遷,除電力煉鋼爐之加大外,並不顯著。其情形如下:

一.馬丁法煉鋼廠 (Open Hearth Steel Works) 因欲節省燃料,關於馬丁法之改良目標,大部注重於爐之本身構造。大規模之精密研究,已指出普通由散熱(Radiation),漏氣(Leakage)等所生之熱力損耗之比例。此種損耗,祇須對隔熱(Heat Insulation)及啓閉爐門等點加以注意,即可減少。再有一問題已受人注意,即一爐之產量,當可由熱能傳達(Heat Transmission)之改良而增加。此為一基本問題,但高溫傳熱現象之確實情形,吾人知之尙少,此方面之工作頗感困難,將有賴於以後之研究。吾人對空氣及燃氣之預熱,爐中之燃燒溫度,及爐焰之明亮度(Luminosity)等諸問題,已有相當之探討,當更進而研究蓄熱間(Regenerator)中熱力對換之現象,以求得計算最佳蓄熱間尺寸及構造所需要之知識。

由一切觀察及探求之結果,近時馬丁鋼廠之燃料,已大為增廣範圍。除原有發生爐煤氣(Producer Gas)(或單獨,或與煉焦爐煤氣或鼓風爐氣相混合)外,更有煉焦爐煤氣與鼓風爐氣之混合燃氣,潔淨而未重熱之煉焦爐煤氣,以及由褐煤糕(Lignite Briquette)所製之燃氣等,均已被大規模利用。多數廠中,由於他種燃氣之代用,已將原有煤氣發生爐根本拆除矣。但關於此點有須注意者,為每種燃料,需要一與之相適之爐子構造,方能得最經濟之熱力利用。

以上所述,不過改良方法及減低成本中之小焉者。其他自熔鋼起至鋼錠(Steel Ingots)之鑄模止,其中重要問題,多不勝舉,但一切方法,包括

(1) 生鐵及礦石法(Pig and Ore Process),或用有預先清潔作用之混合爐(Mixer),或不用。

(2) 生鐵及廢鋼法(Pig and Scrap Process),所用生鐵,或為固體,或係經混合爐存儲之液體。

二類,均依局部情形而有改良,漸入至善至美之境。最近尤有廢鋼加炭法 (Carburisation of Scrap Steel) 之發明,其原料純為廢鋼,絕不需要生鐵。除此以外,雙重法(Double Process) 之重要性,亦與日俱增,先用鹼性別色麻爐(Basic Bessemer Converter),繼以馬丁爐或電爐。

馬丁爐中之化學作用,由於理論化學上原理之應用,可以設法節制至相當程度。例如錳之最經濟利用,可由適當溫度,或適當原料成份,爐渣成份之選擇而求得。但化學作用之管理,為一極大問題,吾人在此方面之進展,不過登堂尙未入室也。煉鋼時除金屬試樣之吊取外,有若干廠已增加爐渣試樣,爐內某一時間之確實情形,因而更加清晰。

鋼之鑄錠,為增加產量及改良貨質起見,亦有多數改善之處。例如由於鑄錠溫度之節制,錠模(Ingot Mould) 式樣及尺寸之選擇,特種處置鋼錠空心(Piping) 方法之採用,以及用電力加熱模頂等等,便需要重熔之次貨鋼錠數目,大為減低。

二. 鹼性別式麻法煉鋼廠(Basic Bessemer Steelworks)

鹼性別式麻煉鋼法近年之演進,似不若前述馬丁法之千頭萬緒。除容量加大外,別式麻爐之構造,無甚大變遷。現時 30 至 50 噸之爐已甚多。50 噸爐之尺寸,高約 8 公尺,寬約 5 公尺,其吹風時間,平均 15 分鐘。採用大爐之利益,非獨產量增大,其運用亦較小爐準確優良。小容量爐之運用,亦已稍有改良。

由於別式麻鐵(用以煉別式麻鋼之生鐵)物理及化學性之認識,煉鋼廠已注意所用生鐵性質之均等,便無隨時變更之弊,為欲達此目的,混合爐(Mixer) 之運用,已有改進。如適當之加熱等。若是可使星期日之鐵,儲至星期一鋼廠開工時應用,仍無不良影響。

爐中空氣流綫研究結果之利用,亦使別式麻爐之生產量增大。根據各種爐之尺寸及產量比較的研究,爐身形狀略有變動。爐內之襯料(Lining),尤其爐底襯料之壽命,已增長不少。

在各種不同情形下,別式麻爐內大規模冶金學的研究,以及

由此所得之知識，例如生鐵中錳之含量對煉鋼損耗之關係，使鹼性別式麻廠之工作，更趨完善。尤其重要者，此種知識，使吾人在若干情形下，昔日之不得不用馬丁法者，今已可以別式麻法代之。例如用製壓成螺母(Pressed Nuts)或製管條(Tube Strip)之鋼，以及易車鋼(Free-Cutting Steel)等，出自別式麻法者，反在馬丁鋼之上。

別式麻爐渣，為有價值之副產物，可供農用。關於爐渣之礦物學的組織，及其因不同加入物所生之變化，均已有相當研究，以求增進其效用。

三.電爐法煉鋼廠 (Electric Steelworks) 電力煉鋼之改進，亦可自多方面言之。低頻率感應爐 (Low-frequency Induction Furnace) 已遭摒棄，但弧光電爐(Arc Furnace)仍應用極廣。由於德國各電氣煉鋼廠之共同改進，弧光爐之運用已較前經濟不少，蓋關於各種問題，如爐之效率(Efficiency)，熔鋼時之電消費量，最佳之變壓機(Transformer)尺寸等，均已加以深究，而得有結果。弧光爐運用之經濟化，更由自動升降電極(Electrodes)之採用，飼料方法之簡單化，以及冶金學的改良而增進。所謂冶金學的改良，指外加金屬(Alloying Metal)損耗之減低等。

弧光電爐應用極廣，已如上述，但因無心感應爐(Coreless Induction Furnace)之採用，使之在電氣鋼鐵工業中，不能獨步一時。新式感應爐之容量，已由200—300公斤增至5噸。其用途已不再僅為熔鋼，而由於不絕之研究改進，吾人已用以舉行除炭，除磷，及除硫(De-carburising, De-phosphorising, De-sulphurising)諸化學作用。無心感應爐在冶金上之應用，前途至為遠大，現尚在初創時期。

輾鋼廠 (Rolling Mill)

輾鋼廠之工作經濟化，非由於何種根本之改良，而係注意細節以及利用已得關於機件構造及工作情形之觀察之結果。工作情形之觀察，當遍及輾鋼廠各部，除輾鋼機本身外，更包括加熱爐，剪鋼機(Shear)，輾筒(Rolls)工場，以及原料供給等各單位。輾鋼廠之

產量,往往爲某一單位之產量所限制,由精細之觀察,可發覺廠中有無此種過小之單位,有之則在何處,然後擴充該一單位,毋須牽動全廠,而出產速度可增。一小部份之改建,軋機排列之變更,回復軌(Repeaters)之加增,加熱爐構造之改良等,均爲其例。

此類局部改良增加全廠效率,以軋鋼條(Rods),薄片(Strips),細小之其他形狀(Small Sections),以及鋼片廠(Sheetmill)等爲尤著。例如在小型廠中,以前因用捲條機(Reels)而時感阻塞不暢,今則改用冷卻槽(Cooling Beds),而以適當機械,使鋼條各別排出,不相牽制。與此點相關者,飛剪(Flying Shear)之功用尤不可忽視。(按飛剪爲截斷正在急速流出中之鋼條之設備)。飛剪之設計已甚多,其節制或以停止閘(Stops),或以“電眼”(“Electric Eye”),將軋成鋼條自動切成一定長度,其功用非獨使工作加速,且使全廠產量大增。爲欲達到同樣目的,軋徑(Roll Passes)設計之加精,使軋成鋼條表面完整無損。除原有形狀外,今更有八角式(Octagonal)以及「橢圓—橢圓」式(Oval-Oval)軋徑,可供選用。軋徑設計求精尙有另一重要目的,爲求動力消費之減省。關於此點,吾人已知悉,在粗軋(Cogging)時滾軋之次數,愈少愈佳。惟須注意鋼之性質,不能減少過度耳。

軸承(Bearing)與動力消費之關係,吾人已深知。在此方面之注意,例如採用壓力油潤(Forced Lubrication)等,使吾人得到頗爲可觀之動力節省。木質軸承以及人造樹脂(Synthetic Resin)軸承,已有多次證明,結果佳良。尤以後者,倘裝置得法,可得驚人成績。在新軋鋼廠之設計中,滾柱軸承(Roller Bearing)已逐漸獲得注意。

電動滾子(Electric Roller)用之者已極多,使鋼條搬動自由,絕無阻塞遲誤之弊。同時因隨時可換用備件(Spare Parts),其工作至爲可靠。彈性聯軸節(Elastic Coupling)之採用,亦有極大之益處。

薄條(Strip)滾軋之發展,尙在創始時期。現有數廠正在建築中,但吾人已可察知鍍錫鋼條(Tin Strip)之製造,實較鍍錫鋼片(Tin Sheet)爲易。

鋼管之製造,亦日新而月異。連續之對頭熔接 (Butt Welding) 製管法,已大有進步。同時無縫鋼管 (Seamless Tube) 之製造,或空心滾軋,或用逐進機 (Pilger Mill),或縮小,各種技術,均較前進步。在逐進機中,吾人已可造製直徑 65 公分,壁厚 10 公厘之鋼管,直徑 6 公分,壁厚 1.5 公厘之無縫合金鋼管,亦已軋成,在最新廠中,自 66 公厘軋至 21 公厘,或自 60 公厘軋至 17 公厘,均已不足為奇。

尤有進者,薄壁鋼管,大至直徑 150 公分者,亦可在膨脹機 (Expanding Mill) 或壓機 (Press) 中製成。至薄壁而直徑較小者,則以擠出法 (Extrusion) 為合算。

專造厚壁鋼管,直徑 60 公分或更大者,亦有多廠。此種巨大之圓形鋼筒,可以替代鍛接 (Welded) 或煨成 (Forged) 之機件。鍛接與煨鋼,在德國亦已大有改良,包括水煤氣 (Watergas) 鍛接及電力鍛接各法,以及碩大無朋 15,000 噸壓機之運用等。為作汽鍋 (Boiler) 或其他化學工業之用,此種大空心鋼件,有時需要摺緣 (Flange),有時則需局部縮小 (Necking)。

鋼片樁 (Sheet Steel Piling) 因銷路通暢,年來產量大增,至其他熱軋各品,則無甚顯著增加。關於鍛接及冷鍛 (Cold Working) 各法,如圓緣 (Beading),擊端 (Braking),壓抽 (Press-drawing) 及其類似者,以及大鋼板,通用鋼板鋼片 (Universal Plate and Strip) 等之製造,均已吸收注意,且在擴充之中。

(待續)

水底隧道管應力之計算

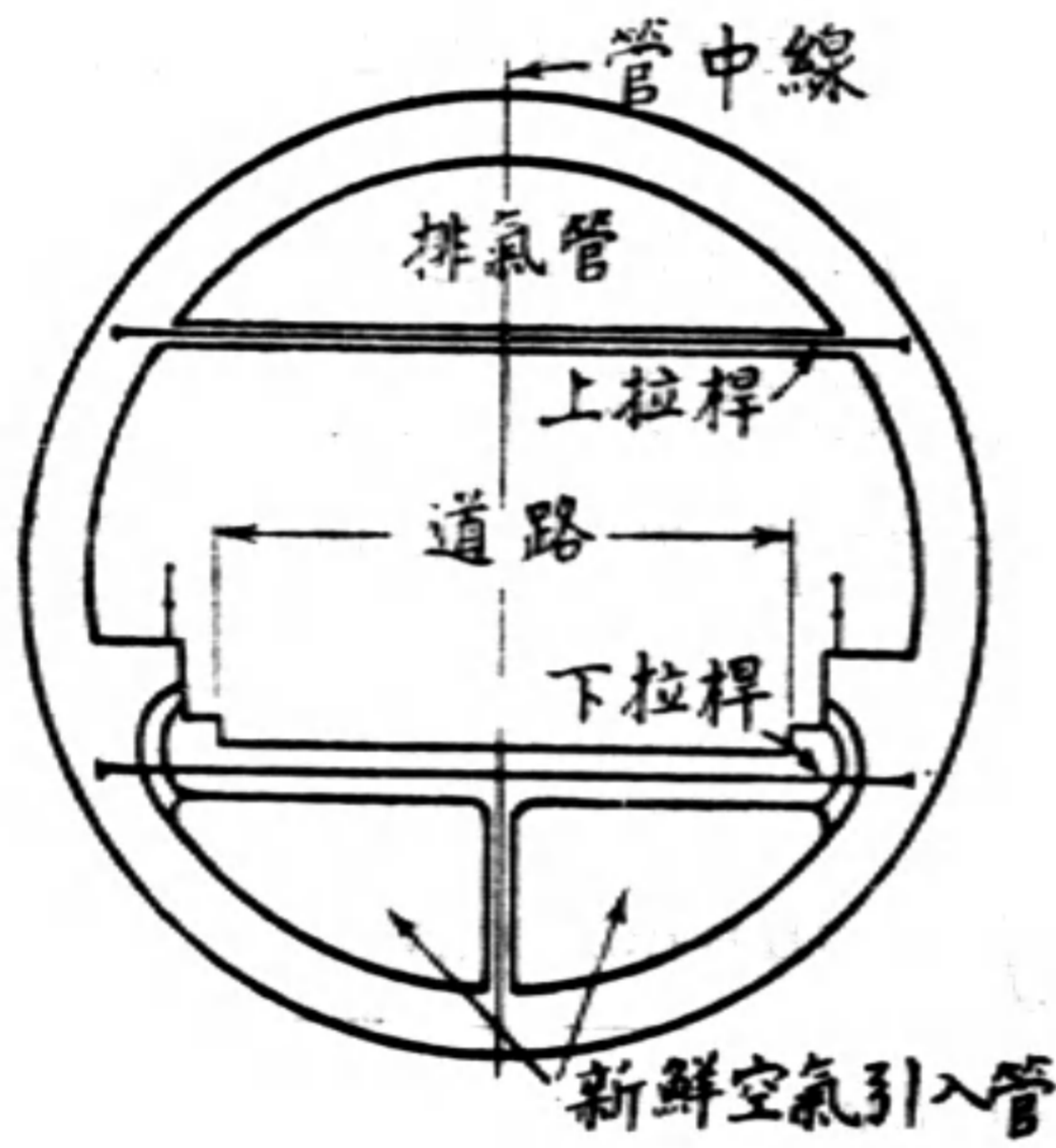
Anatol A. Eremin 著

謝臨深譯

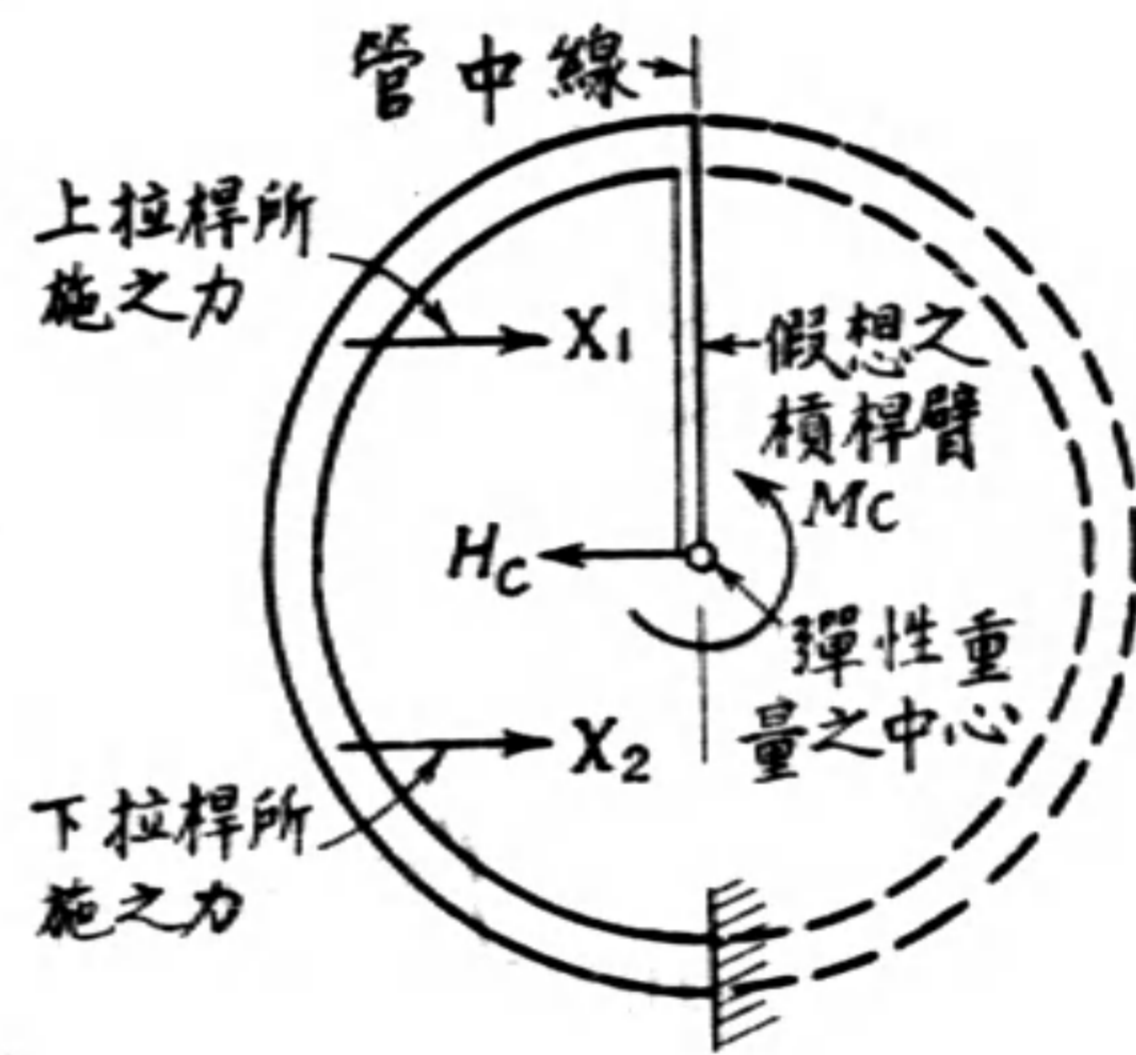
此式隧道之應用甚廣,其形式亦多。各種形式之特徵,隨水底泥土之性質及管之位置而異。有用鋼筋混凝土建造者,有用鑄鐵

•本篇原文載 Proceedings—American Society of Civil Engineers Dec. 1936 P. 1519—1526。

管連接而成者。其應力計算基於 Maxwell 之互變形定理(theorem of reciprocal displacements)。下列各節之公式,係屬於混凝土造成之管,亦可應用於鑄鐵管,祇須變換彈性係數即得。圖(一)示一有道路通行之隧道管,其天花板上部空隙中,有若干排氣管,道路下部之空隙中,有引入新鮮空氣之通風管,天花板層裏及路層裏,均有水平



圖(一) 水底隧道管之一般斷面式樣



圖(二) 力之分佈

鐵桿,以支持泥土壓力及水壓力;今名之曰上拉桿及下拉桿。因有此類拉桿之故,此式隧道管之計算遂與普通混凝土管不同。

隧道管所承受之外力,計有泥土壓力,水壓力,管及管中構造物之重量,路面之活荷重及浮力等。管環及管上之外力,對於管之斷面垂直中心軸,均為對稱(symmetrical)。故管中之內力,對於此軸亦為對稱。且管環上下二頂點上之剪力為零。圖(二)示內力分配情形,水平力 H_c 及力矩 M_c 表示右半斷面之反應力。此式彈性管用靜力學計算,尚缺四個方程式,但管受下列三條件之束縛: (一) 因對稱關係,垂直軸之位置可視為固定不變者, (二) 頂斷面 (crown section) 之水平移動及旋轉移動,均等於零, (三) 拉桿與管環接觸點之變形,等於拉桿之變形。

(I) 無拉桿之隧道管 兩端固定之彈性肋拱 (elastic rib

arch)之應力計算公式,可應用於此式隧道管。彈性中心與上頂點之距離 y_c 可由下式定之:

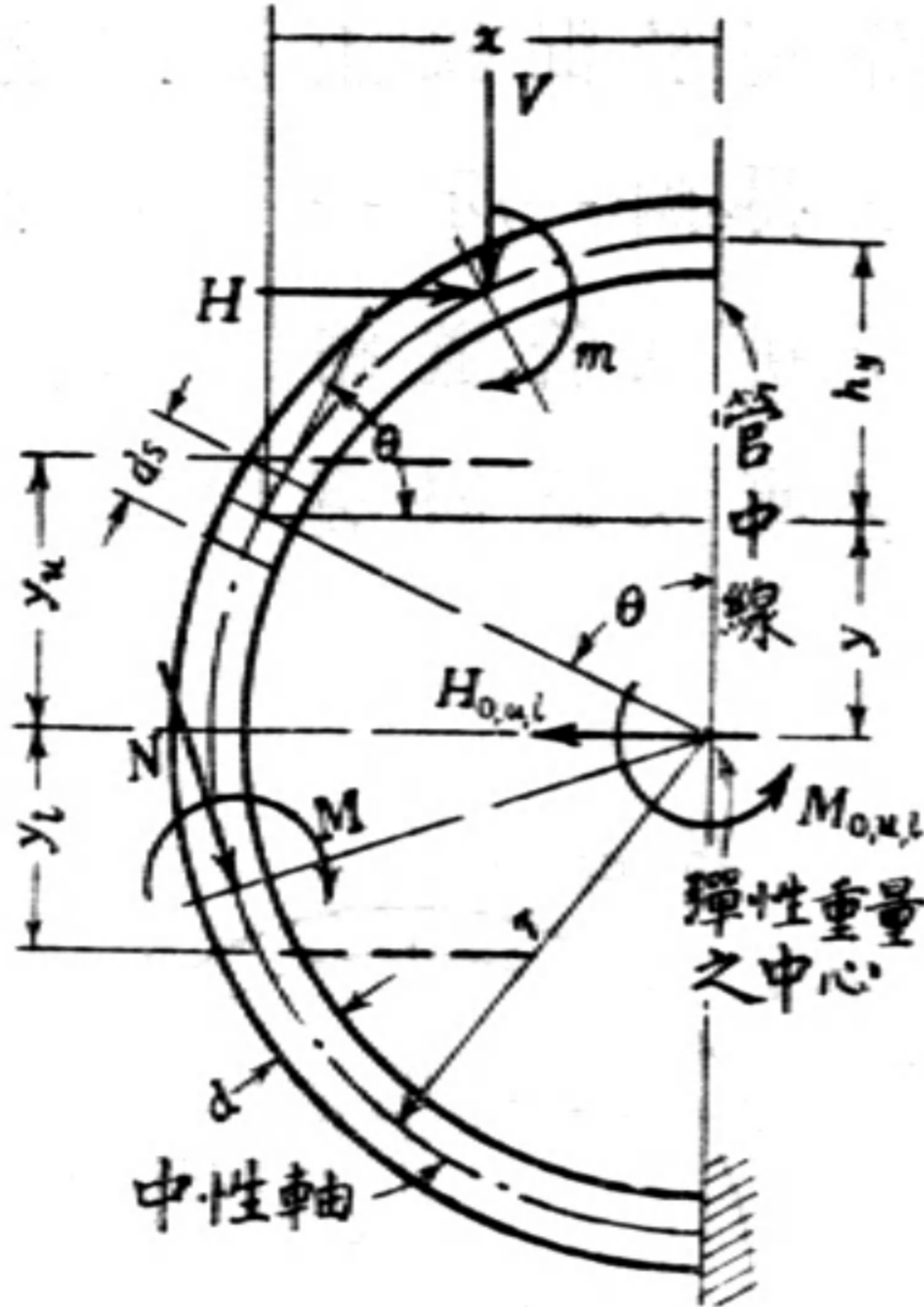


圖 (三)

$$y_c = \frac{\int h_y d\omega}{\int d\omega} \quad (1)$$

h_y = 環上任何點 (x, y) 與頂點之距離
圖(三); $d\omega = \frac{ds}{E_c I}$ 為一微小拱段之彈性荷重; ds 為此微小拱段之中性軸長度; E_c = 混凝土之應壓彈性係數; I = 斷面之慣性率。右半管環之橫應力 H_0 可由下式定之:

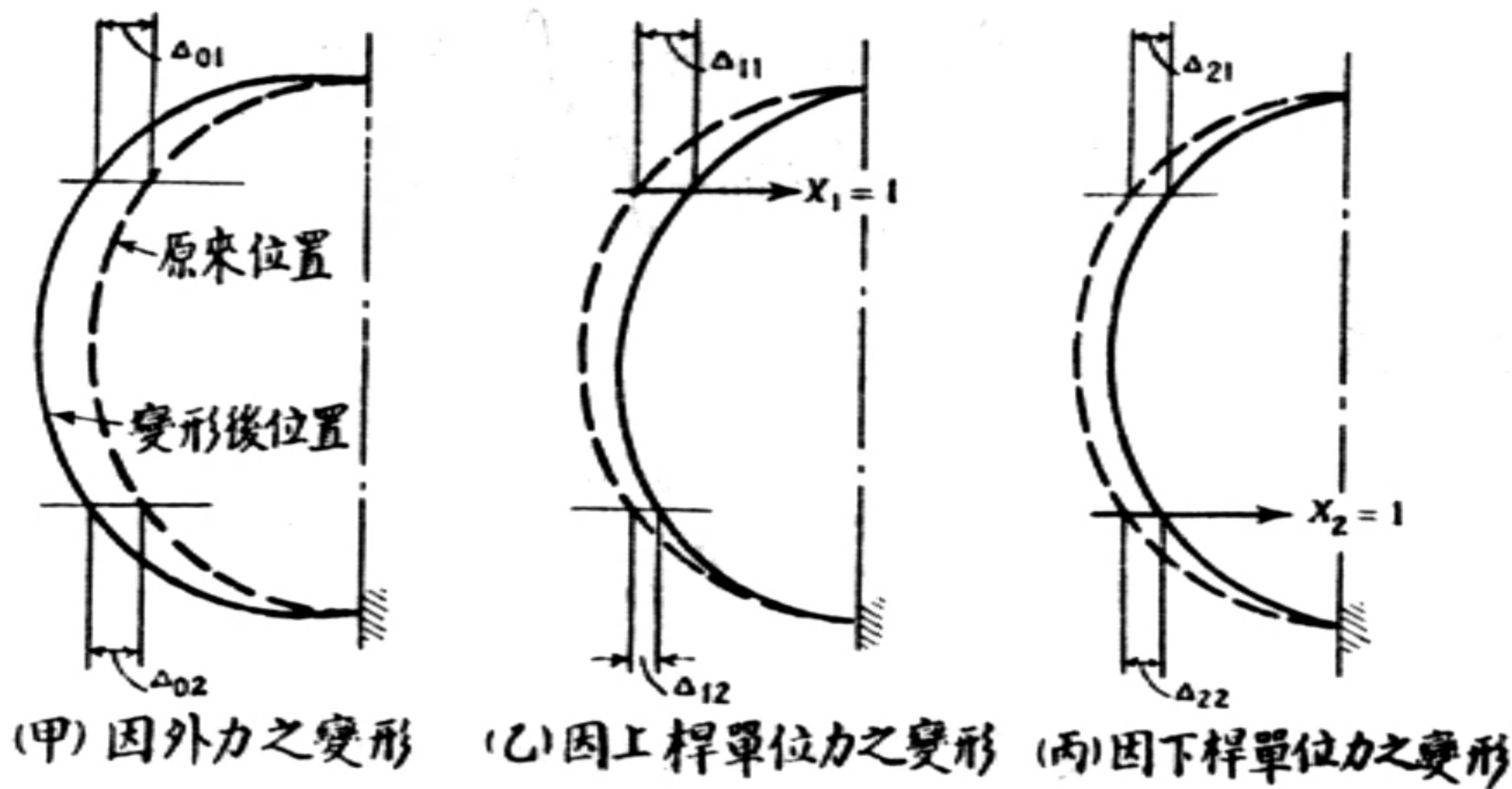
$$H_0 = \frac{\int M_y d\omega + \int H \cos^2 \theta dv + \int V \sin \theta \cos \theta dv}{\int y^2 d\omega + \int \cos^2 \theta dv} \quad (2)$$

M = 中性軸任何一點上之彎曲能率, 此能率係作用於頂點及此點間之外力所生; H 及 V 表示作用於此點及頂點間外力之合力的水平分力及垂直分力; $dv = \frac{ds}{E_c A}$; A = 每英尺管長之縱斷面積; θ 乃 (x, y) 點對於垂直軸之角距離(以反時計方向計算之), 在彈性中心, 半個管環移動時發生之力矩 M_0 由下式定之:

$$M_0 = \frac{\int M d\omega}{\int d\omega} \quad (3)$$

(x, y) 點之水平變形為(閱圖四):

$$\Delta_{on} = \int M_y d\omega + \int H \cos^2 \theta dv + \int V \sin \theta \cos \theta dv - H_0 \left(\int y^2 d\omega + \int \cos^2 \theta dv \right) - M_0 \int y d\omega \quad (4)$$



圖(四) 水平方向之變形

積分之界限為固定點至(x, y)點。當作用於上拉桿之外力為單位力時, $H=1, V=0$, 中心軸上, 上拉桿下(x, y)點之能率為

$$M = y_u - y \text{-----} (5)$$

y_u 表示上拉桿軸線至彈性中心之距離。因之, 由方程式(2), 得單位力在上拉桿上所生之橫反應力 H_u :

$$H_u = \frac{\int y(y_u - y) d\omega + \int \cos^2 \theta dv}{\int y^2 d\omega + \int \cos^2 \theta dv} \text{-----} (6)$$

由方程式(3)得彎曲能率 M_u :

$$M_u = \frac{\int (y_u - y) d\omega}{\int d\omega} \text{-----} (7)$$

由方程式(5)得變形:

$$\begin{aligned} \Delta_{1u} &= \int y(y_u - y) d\omega + \int \cos^2 \theta dv \\ &- H_u \left(\int y^2 d\omega + \int \cos^2 \theta dv \right) - M_u \int y d\omega \text{-----} (8) \end{aligned}$$

同理, 設有單位水平力作用於下拉桿, y_l 表示下拉桿軸線至彈性中心之距離, 則彈性中心之水平應力為:

$$H_t = \frac{\int y(y_t - y) d\omega + \int \cos^2 \theta dv}{\int y^2 d\omega + \int \cos^2 \theta dv} \quad (9)$$

彎曲力矩為：

$$M_t = \frac{\int (y_t - y) d\omega}{\int d\omega} \quad (10)$$

公式(6)(7)(9)(10)之積分界限為軸線底點與拉桿接觸點；至於公式(8)之積分界限則為軸線底點與變形所在點。

(II) 有拉桿之隧道管 在此式管中反應力仍可用公式(2)及(3)計算之。拉桿之應力須用 Maxwell 定理計算之。

上下兩拉桿之變形為 Δ_{0u} 及 Δ_{0l} 此變形在桿中形起抗拉應力。設上桿之力為 X_u ，下桿之力為 X_l ，則上桿接觸點之總變形為 $X_u \Delta_{1u} + X_l \Delta_{1l} + \Delta_{0u}$

上桿接觸點環之變形為：

$$\Delta_1 = \frac{X_u L_u}{2E_s A_u} \quad (11)$$

由 Maxwell 定理得上桿變形之公式：

$$\frac{X_u L_u}{2E_s A_u} = X_u \Delta_{1u} + X_l \Delta_{1l} + \Delta_{0u} \quad (12)$$

同理下桿變形之公式：

$$\frac{X_l L_l}{2E_s A_l} = X_l \Delta_{2l} + X_u \Delta_{2u} + \Delta_{0l} \quad (13)$$

上兩公式中 L_u, L_l 為上下兩桿之長度； A_u, A_l 為上下兩桿之斷面積。由 Maxwell 定理得 $\Delta_{1l} = \Delta_{2u}$ 。故解(12)(13)兩聯立方程式，得未知數 X_u 及 X_l 。

此式管中彈性中心點之水平應力與彎曲力矩由下式計之：

$$H_c = H_0 + X_u H_u + X_l H_l \quad (14)$$

$$M_e = M_0 + X_u M_u + X_t M_t \quad (15)$$

在管之水平直徑及上拉桿接觸點間之點上,有彎曲力矩 M_e 及垂直內力 N ,其計算公式如下:

$$M_e = -M_0 + H_0 y + M + X_u (y_u - y) \quad (16)$$

$$N = H_0 \cos \theta - H \cos \theta + V \sin \theta - X_u \cos \theta \quad (17)$$

此外尚有溫度變更時應力計算之方法及例題等,茲從略。

普通溫度對於混凝土凝結之影響*

謝 臨 深 譯

吾人皆知冰凍氣候對於混凝土之凝結,極不適宜;故於嚴寒天氣,不進行任何三和土工程。不得已時,則或於三和土物上,舖以麻袋及乾草,或於拌合所用之水中,加以氯化鈣等降低冰點之化學藥品,以免發生冰凍,而妨礙及混凝土之凝結。至於冰點以上之普通低溫度,對於三和土凝結之影響,以前尚乏精確之研究。但此類溫度,確係實際上所常遇到者。茲將試驗結果,記述如下。溫度為兩段:其一自攝氏 0° 至 10° , 其二自試驗時最高溫度至 50° , 所用水泥係兩種凝結情形極不相同之水泥:一為波特蘭普通人造水泥 (cement Portland artificiel), 一為萊佛祺溶化急硬水泥 (cement fondu Lafarge)。

0° 至 10° 三和土凝結之影響——為求與實際應用上符合起見,試體係 10 公分邊長之立方形三和土塊,其混合成分為水泥 300 公斤, 0.5—2 公釐砂粒 400 公升, 2—15 公厘石子 800 公升。

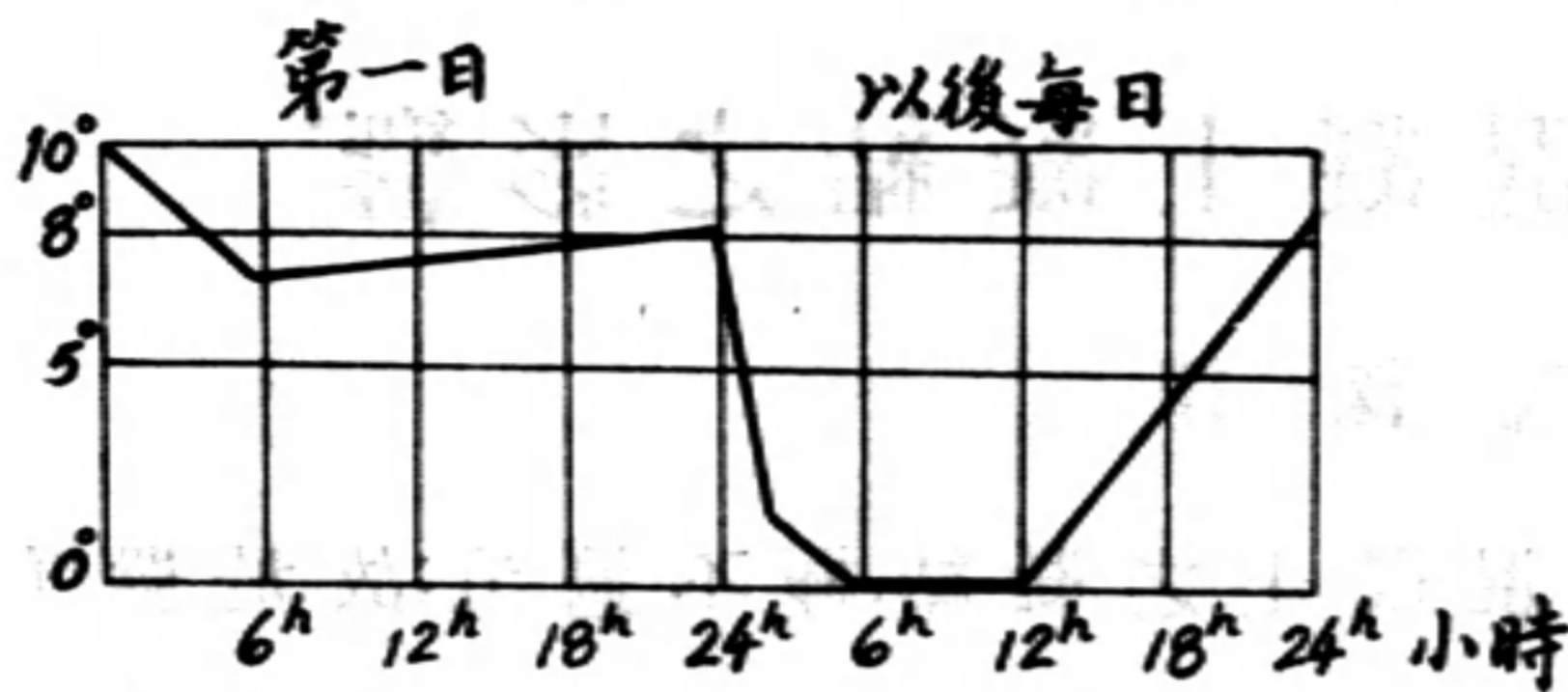
水泥量與拌合所用之水之比,普通水泥為 1.5, 急硬水泥為 1.66。普通水泥試驗之結果,悉依 Bolomey 公式(載 Bulletin de la Suisse Romande, 1925, R 為抗壓強度公斤/平方公分, C 為水泥量公斤, E 為拌合所用水量公升, K 為一常數):

*譯自 Génie Civil, 6, Mars, 1937。

$$R = K \left(\frac{C}{E} - 0.5 \right)$$

折合為設水泥與水之比 1.66 所應得之數字,俾與急硬水泥試驗之結果,互相比較。

每種試驗又分兩組,一組儲藏於常溫度 18° 之濕砂中,一組置所欲試驗之溫度中。

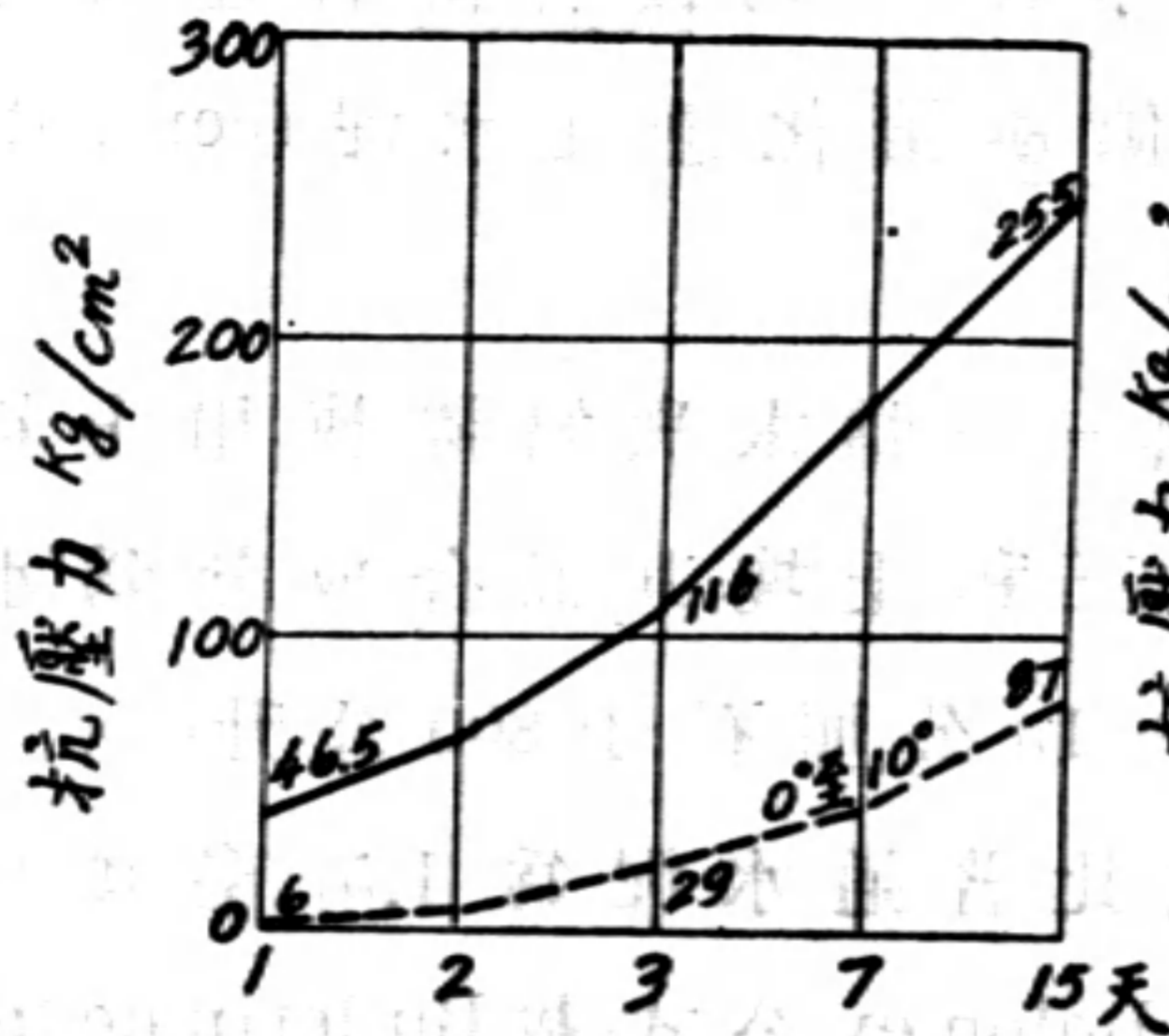


圖(一) 第一日及以後每日溫度之變更

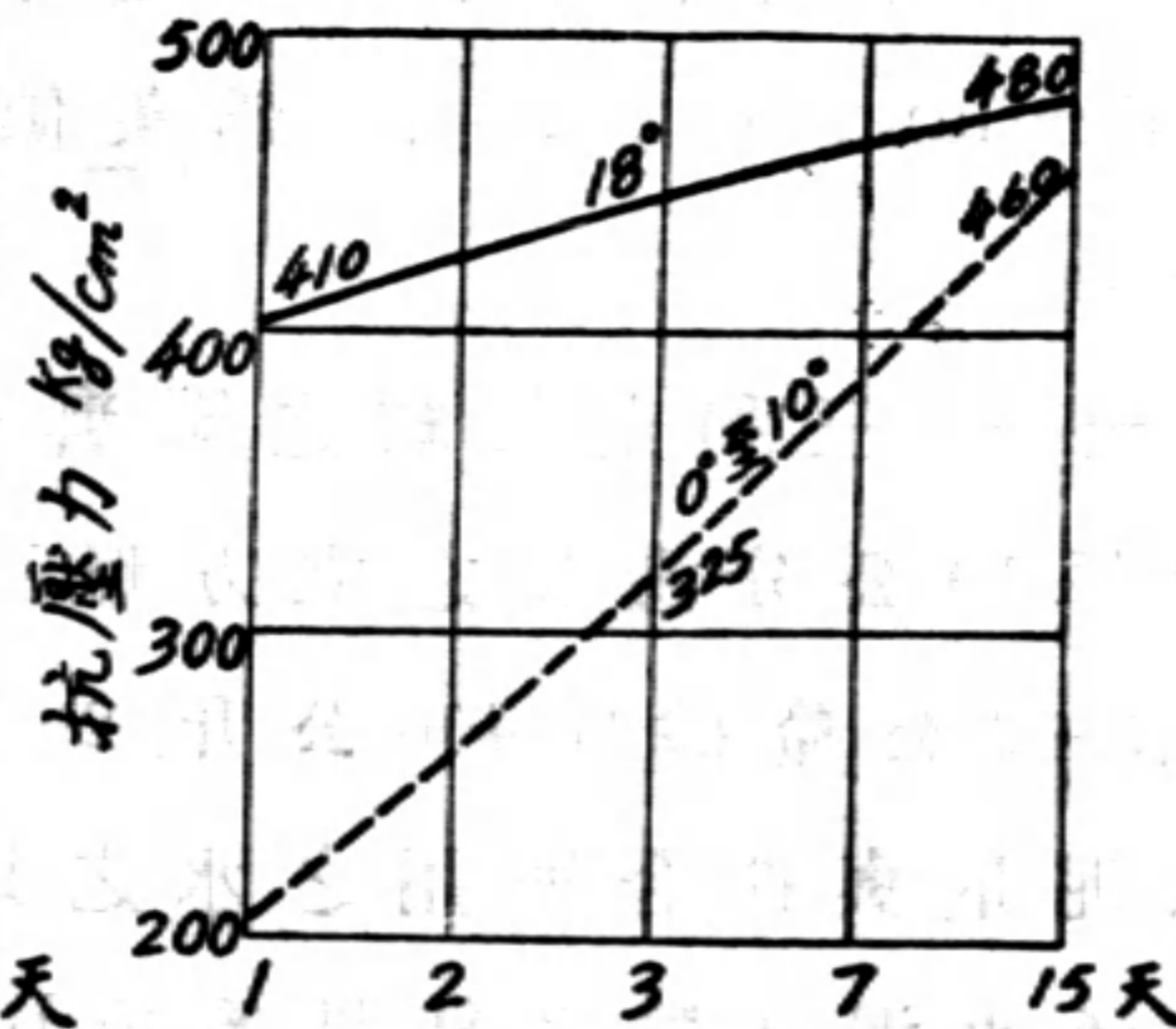
溫度若過低,三和土之凝結不能開始。為避免此弊起見,第一日所受溫度,令在 7° 至 10° 之間(閱圖一)。此後置於箱中,每日溫度變更為 0° 至 8°,令其變更情形,一如

冬日一日間之氣候:幾及 0° 者六小時,(即冬日夜間之溫度),其後在十二小時中,由 0° 升至 8° (即黎明至午後之溫度),最後在六小時中,由 8° 仍降為 0° (即午後之夜間之溫度),如是每日同樣變更者 14 日。

圖(二)及圖(三)示試驗之結果。



圖(二) 普通水泥



圖(三) 急硬水泥

照例在常溫度 18° 中,三和土抗力須達築後三十日應有抗力之三分之二,吾人方能拆卸板型。通常每於三和土築後一日,七日及廿八日測驗其抗力,故祇須視抗力達在常溫度 18° 中廿八日應

有抗力之三分之二，便可卸型。

普通水泥試體，在常溫度 18° 中廿八日所達抗壓力為 290 kg/cm^2 。故若抗壓力達 $\frac{290 \times 2}{3} = 194 \text{ kg/cm}^2$ 時，便可卸型。此抗力在 18° 時七日可達。

對於急硬水泥，則廿四小時後其抗力早已超過此數。（任何水泥達此抗力，便可卸型，固不論其為何種水泥也。）故 18° 急硬水泥卸型之期，最遲至廿四小時。

在 0° 至 10° 溫度中，由試驗結果吾人知：

1) 普通水泥，在十五日中尙未達卸型應有抗力之半數。在此溫度下，由線形測知須五星期方可卸型。試驗並未做至五星期之久，因實際上普通地帶，決無五星期之長期嚴寒，而溫度不稍升高者。溫度一高，凝結便大為容易。故無論如何，五星期之期可無危險矣。由此可見冬日三和土卸型時期之重要也。

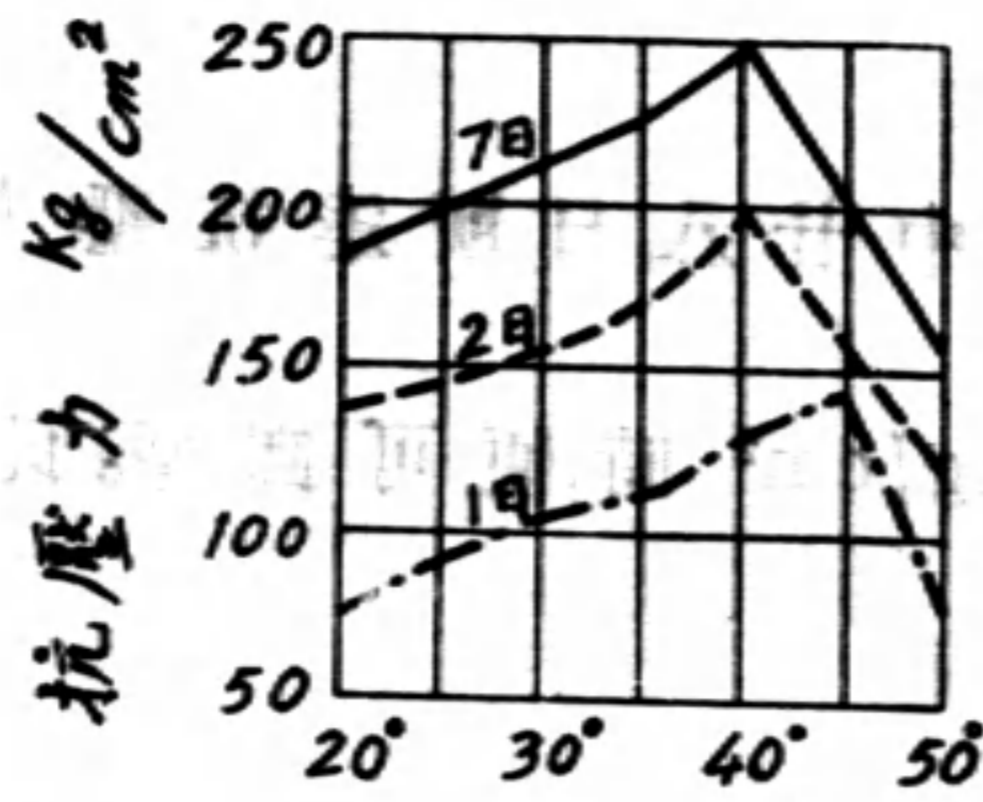
2) 至於急硬水泥，雖在 0° 至 10° 中，廿四小時後其抗力亦早已超過 195 kg/cm^2 。故冬日若用此種水泥，工程方面可毋須停頓，但其價格，較普通者昂過四倍。

50° 以內三和土凝結之影響，——試體所用水泥與以上所用者相同。水泥與水之比為 1.8，材料配合為普通水泥 400 公斤，0.2—2 耗砂粒 500 公升，2—15 耗石子 700 公升；急硬水泥與同量砂石配合，但其水泥量為 350 公斤。

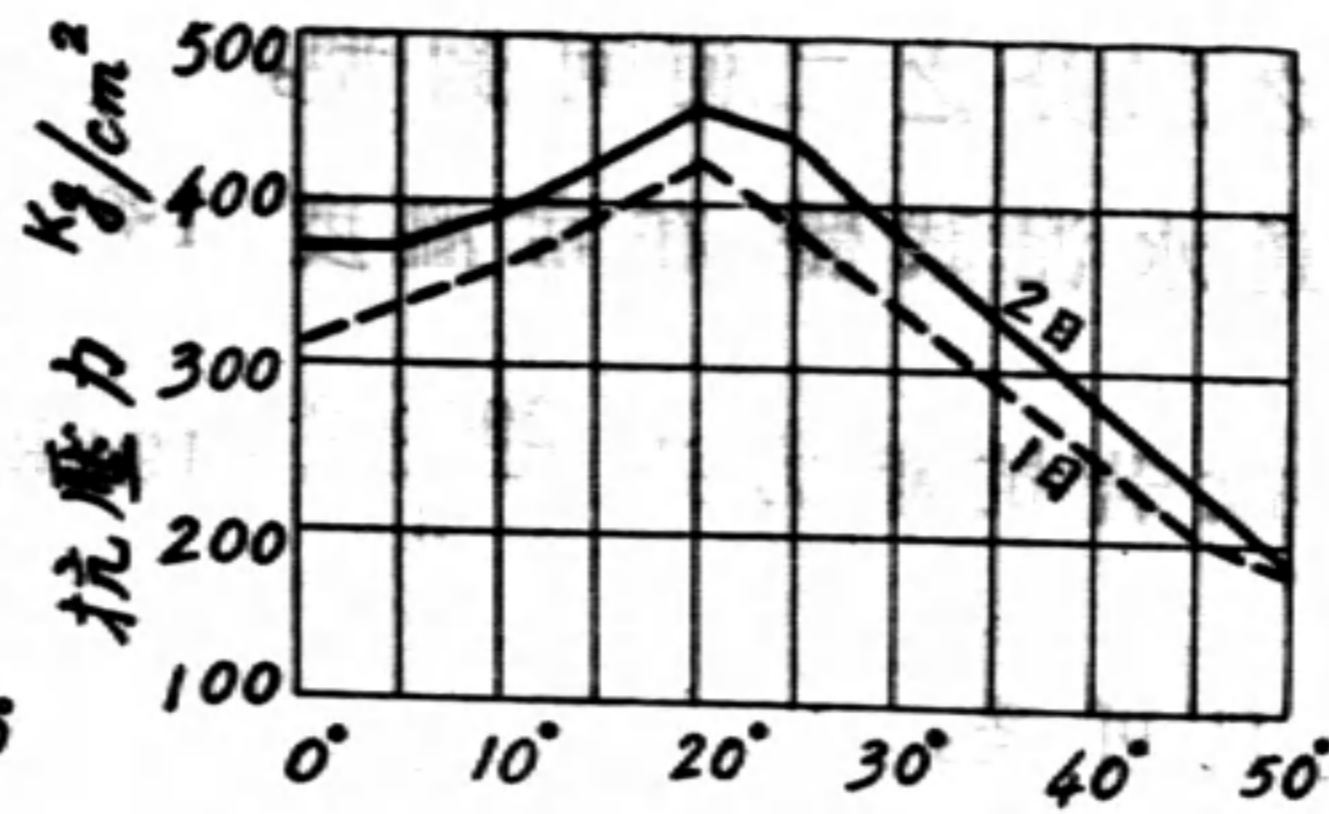
混合之前，砂、石、水泥與水，以及混合用之器具，均使達試驗所定之溫度。混合後，令就模，置於充滿水分之空氣室中。

試體尺寸為 $7 \times 7 \times 20$ 公分，使受抗彎試驗，試驗所餘之半截材料，再作抗壓試驗。兩種試驗之結果，極為相似。此間僅示抗壓試驗之結果。（圖四及圖五）

普通水泥試體在溫度 40° 以上配合及凝結者，抗力大減。在多數地帶，夏日常達 40° ，故此種情形，頗堪注意。



圖(四) 普通水泥



圖(五) 急硬水泥

同樣,急硬水泥在溫度 20°以上配合者,抗力亦銳減。此結果與 Plougastel 橋基試驗之結果相同。在氣候與法國相同之地帶,此點亦為重要。又急硬水泥在 50°溫度凝結者,抗力仍較普通水泥為高。

鋪裝路面之新材料—氯化鈣*

謝 臨 深 譯

(一) 氯化鈣有替代柏油之趨勢 人皆知用柏油建造路面,因其堅固而不生塵土;但建造之費用甚大,使用時更須相當技術,所成黑色路面又不美觀。若用氯化鈣,則凡此缺點,均可避免。

在歐美用氯化鈣鋪裝路面,已為極通行之事實。其消滅塵土之功效,可與柏油並駕齊驅,而使用方法之簡單,尤為柏油所不及。無論在馬克達路,煤屑路,一切質地細密而尚未加不透層之地面上,祇須以鏟或散佈肥料之機器,將片狀氯化鈣散鋪之,便無塵土之患,而路面原有顏色,並不稍損。在美國及北歐,此法業已盛行;南歐如法國比國等,亦均羣起採用。美國每年需十萬公噸,用於二萬公里之路上,北歐亦年有數萬公里道路用氯化鈣修理者。

在南歐最初採用者,為 1935 年比國博覽會。該會開幕前,場內各曠場,馬路及人行道上,均未有防止塵灰之鋪設。開幕後,忽狂風大作,乃以氯化鈣散鋪地面上,數日內會場全部卒免塵灰之災;偌大集會之交通,未受絲毫阻礙。氯化鈣之功用,遂為南歐人士所公

*譯自 "La nature" 15, Jan., 1937。

認,故此後羣起採用也。

(二) 氯化鈣對於地面之作用 鋪路所用氯化鈣,與實驗室中用以吸收氣體中水分者無異,但係片狀而非塊狀者耳。在美國該物為溴工業之副產品,在歐洲則大抵為碳酸鈉工業之副產品,二者均係塊狀物,經過特製機器中,乃成角幣大小之片狀物,含百分之七十五之氯化鈣,其餘為結晶水,其化學公式為 $\text{Cl}^2\text{Ca}_2\text{H}_2\text{O}$ 。

片狀氯化鈣吸收水分之力量極大,能溶於水,其溶解性隨溫度而異。空氣含水分頗多,散鋪地面之氯化鈣立即吸收之,而氯化鈣本身亦即溶於吸收之水分中(此作用物理學上謂之潮解 deliquescence)。溶液之濃淡,隨空氣之濕度而異,空氣愈濕,溶液愈淡。

路面如以上所述,隨時皆為空氣中水分所滋潤,不致龜裂,更無塵灰可生。路面滋潤,乃絕大優點,其故如下:泥土之各細粒,因滋潤之故,得以互相黏緊,一如兩片為水黏住之玻璃然(此種黏力名曰濕黏力 Cohesion d'humidite)。同時亦如此黏住玻璃片,一極微推力,足以使之互相滑動,受滋潤之土粒,受一輕微壓力時(如路上經過車輛所生之壓力),可抵極好之槌擊,而成堅實土塊。由此可見散鋪氯化鈣於路面有兩種作用:(一)使路面柔軟,不生塵土,(二)完成土粒之緊密,路面得以堅固。

在美國及北歐頗多以碎石,黏土及沙混合築成之道路。此混合物材料混合之原理,除與普通三和土相同外,若在其面上加以氯化鈣,則得相當硬度,色澤且與普通三和土相仿。強度來由,頗難以上述方法解釋之,其真實理由,尚不得知,要之必有其他作用在耳。

(三) 在何種地帶及何種土質上氯化鈣最為適宜 氯化鈣之作用既基於其吸水能力,則凡在空氣含有相當水分之地帶,均為相宜。歐洲無氯化鈣不潮解之地方。

附圖中 ABCD 曲線示以溫度為函數,空氣之濕度。凡屬於此曲線下之地帶,氯化鈣不能潮解,故不能適用。曲線示溫度愈高,平

衡濕度愈低,此氯化鈣溶性隨溫度增加之故也。

最適合用氯化鈣之土質,莫如用沙土或黏土築成之馬克達路面。通常每平方公尺用四百公份之氯化鈣,便得良好結果,如阿及爾 Bouzaréa 及比國 Limbourg 之道路是也。(按據最近化學工程雜誌載氯化鈣每桶價廿三元則四百公份之價不及大洋一角)。

若以消除塵灰作用論,氯化鈣在煤屑,搗擊土面,磚路等一切質地細密而非不透水之地面上,均獲良好結果。對於混凝土及塗柏油等不透水路,則不適用。透水過易之地面,如純沙上,亦無功效,因氯化鈣溶解後,即為瀘去之水所帶走也。

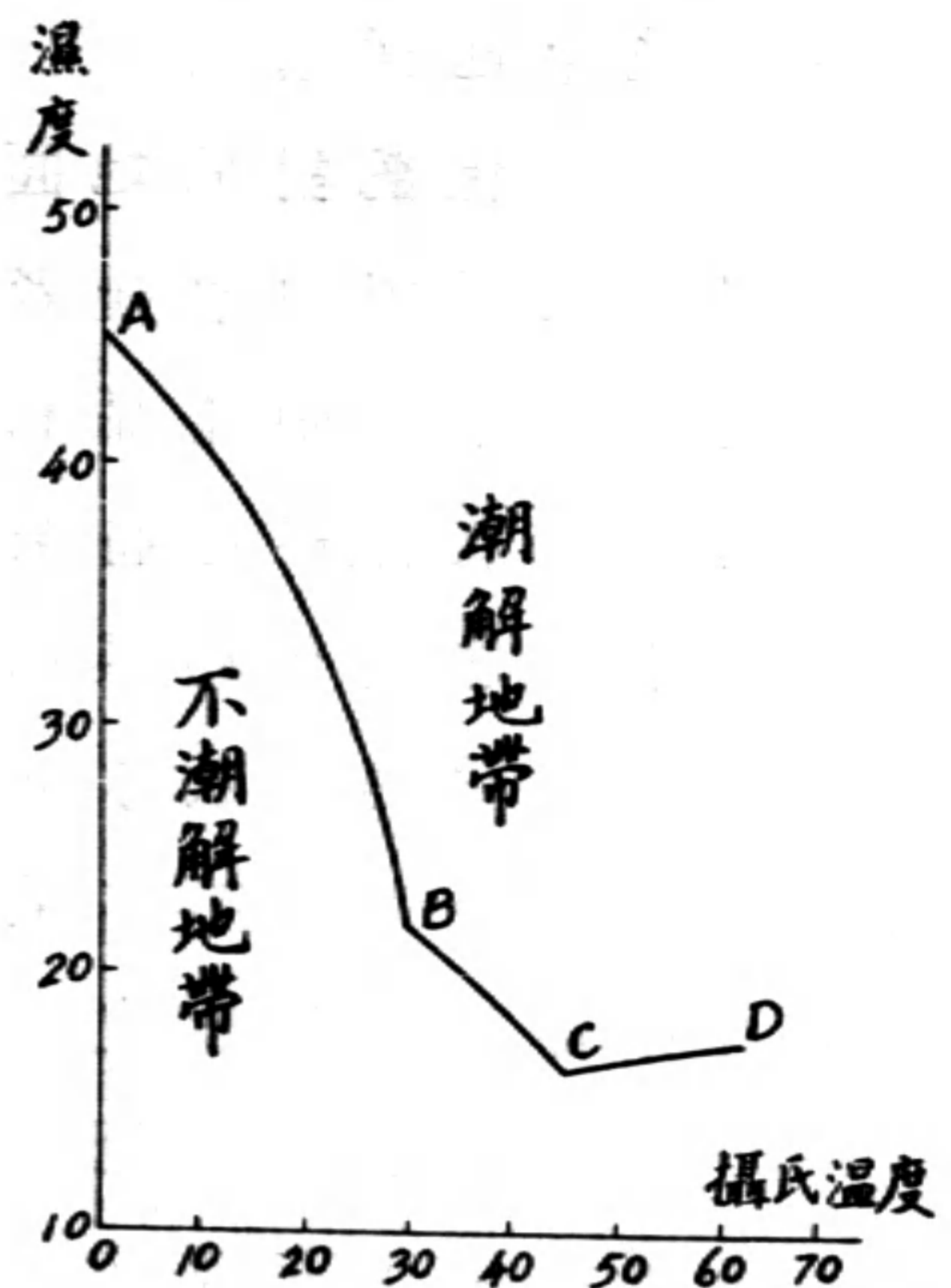
(四) 氯化鈣之其他優點 除使用簡單外,其他優點有 (一) 對於橡皮不起作用,於車胎不致損傷, (二) 獸皮及獸趾上,亦不生作用,故賽馬場,運動場可用之, (三) 可使水之凝點降低,土地不易冰凍,故於冬季運動場更為相宜,例如馬賽每年地面為小冰塊及泥漿所困者,須歷三月,某網球場因用氯化鈣之故,得以倖免。

自燃料分析求燃燒熱量*

J. R. Darnell 著 顯 譯

當算燃燒損失之時,如無極限分析(Ultimate Analysis)可用,則可自表格取一與近似分析(Proximate Analysis)類似之基本分析。

然當需要之時,極限分析可自近似分析算出。此等公式,凡關於燃燒問題,動力廠實際問題等書內皆有之,但多不甚準確可靠。



*譯自 "Power Plant Engineering", Oct. 1936, p. 580-581.

在煤中之硫,常增加蒸發物質之數量,而使求得炭素之數量不確。

如已知極限分析之各數量,而尙未知其熱量。則可用杜朗氏 (Dulong)公式求得之。

$$\text{熱量 Btu.} = 14550 C + 62000 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 4050 S$$

C 爲炭, H 爲氫, O 爲氧, S 爲硫。

含氧份甚多之燃料如褐炭 (Lignite), 次烟煤 (Sub-bituminous coals), 木屑等, 不適用此公式, 其他尙稱準確。

乾燥烟突氣體失熱 如已知極限分析中之炭之數量, 及殘餘中炭之數量, 又知烟突氣體分析 (Flue gas analysis), 則乾燥氣體失熱可自下列公式求得

$$\text{每磅燃料所生乾燥氣體磅數} = \frac{4CO_2 + O_2 + 700}{3(CO_2 + CO)} \times \left(C - Cr + \frac{S}{1.83} \right)$$

C 即燃料中炭量, Cr 每磅燃料中殘餘之炭量, S 燃料中硫量。

$$\text{每磅燃料失熱. Btu.} = W \times 0.24 (T_g - T_a)$$

W = 每磅燃料所生乾燥氣體。

T_g = 烟突中氣體溫度。

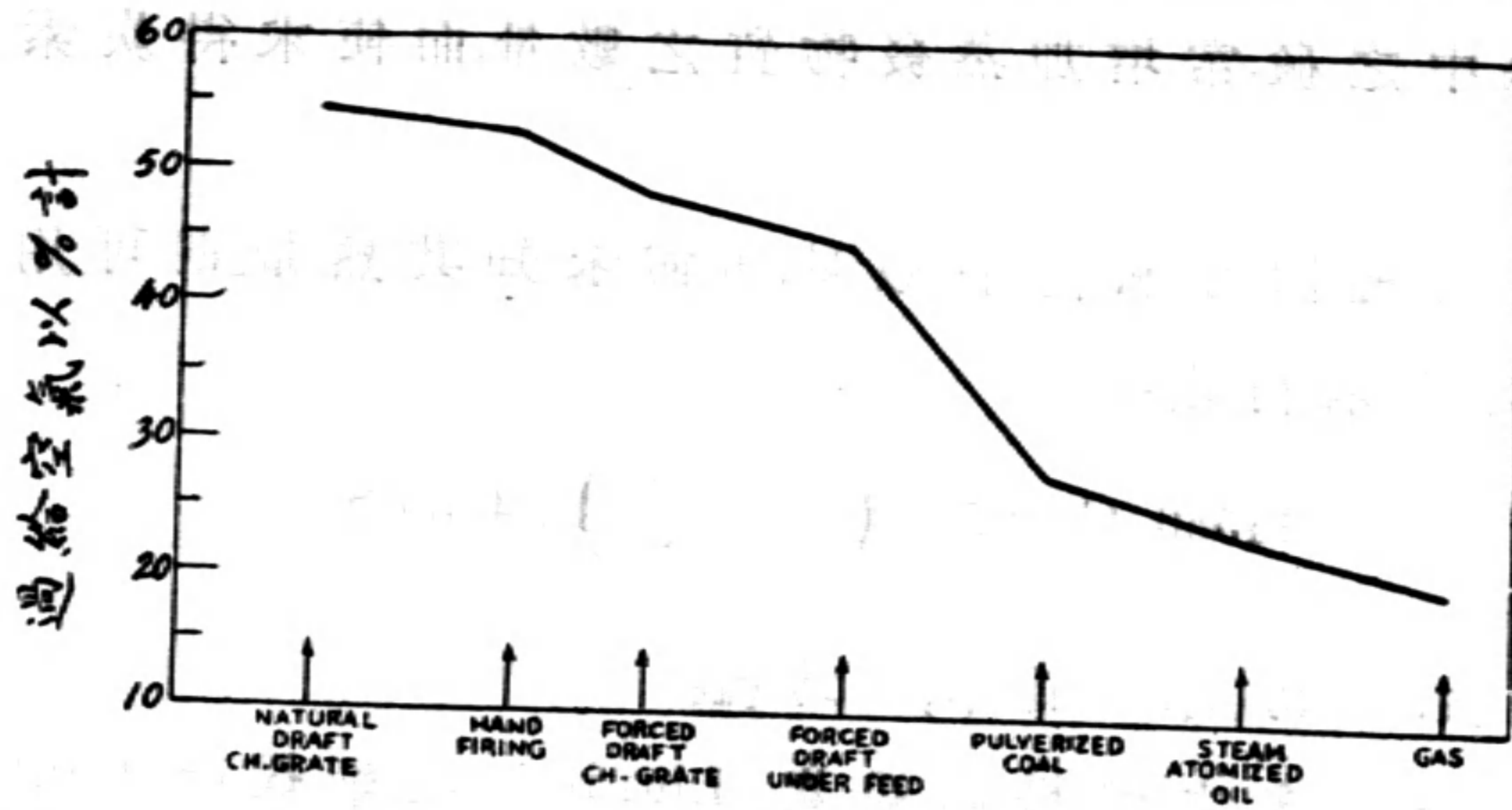
T_a = 空氣之溫度。

0.24 = 空氣之比熱。

潮濕及輕氣之失熱 因水份及輕氣之失熱, 常同時求算之, 即將水份分爲輕氣及氧二部, 惟極限分析必須準確。因水份及氫之失熱: $Btu = 9H[(212 - t) + 970.4 + 0.46(T - 212)]$, H 即極限分析中氫氣量, t 爲室內溫度, T 爲烟突氣體之溫度。

因殘餘中炭質之失熱可自下公式求得: 失熱 $Btu. = \frac{C \times A}{1 - C} \times 14600$, C 爲殘餘中炭量, A 爲燃料之炭量, 皆根據乾燥基律 (Dry basis)。因不完全燃燒之失熱, 爲量甚微, 普通情形, 皆可略而不計。

下圖曲線表示各種燃燒設備, 最佳運用情形下平均需要過



給空氣(Excess air)量。

火焰溫度及各氣重量之計算 假定欲求伊利諾(Illinois)產煤,燃燒後所產生各氣之重量,其火焰溫度為華氏 2400°,並假設完全燃燒,無輻射失熱,無分離(dissociation)。每磅燃料燃燒後產物可自下式求之:

$$\frac{\text{Btu.}}{T \times H} = 1.0 \quad T = \text{火焰溫度,華氏度數。}$$

H = 每磅燃料燃燒產物在燃料及空氣溫度與火焰溫度間之熱量。Btu. = 燃料燃燒時之熱量,英國熱力單位。假定伊利諾煤燃燒後之分析如附表,則每磅燃料所生氣體磅數,可以正誤法(trial & error method)檢定之,如下:

$$\frac{10960}{2400 \times H} = 1.0, \quad H = \text{燃燒後所產物體之重乘平均比熱。}$$

表(一) 燃料燃燒後之分析

	近似分析(%)				極限分析(%)					Btu/#
	水份	蒸發物	固定灰質	灰	C	H	O	N	S	
燃油	—	—	—	—	84.0	12.7	1.2	1.7	0.4	18700
東部烟煤	3.2	21.0	69.3	6.5	79.9	4.9	6.7	1.3	0.7	14300
正刺堡烟煤	1.8	31.0	57.2	10.0	74.0	5.2	8.0	1.4	1.4	13400
伊利諾烟煤	10.0	34.8	42.0	13.2	52.8	5.8	23.9	0.9	3.4	10960
木屑	46.1	—	—	0.2	27.2	8.5	64.2	—	—	4940
來斯白煤	4.6	3.7	71.7	20.0	70.2	1.9	6.8	0.2	0.9	11650
精煉瓦斯	—	—	—	—	77.6	19.0	0.6	2.8	—	22100
天然瓦斯	—	—	—	—	67.5	22.2	—	5.8	—	21340

各燃燒後產物之平均比熱,僅能假定一定量之過份空氣然後求得之。再代入上列公式。

在上例中,假定 6.5% 二氧化碳, 180% 過份空氣。

自 60°F 至 2400°F 間各氣體之平均比熱,爲

$$\text{CO}_2 \ 0.2338, \ \text{O}_2 \ 0.2270, \ \text{N}_2 \ 0.2472, \ \text{H}_2\text{O} \ 0.4840.$$

全氣體之平均比熱,可自各氣體重量及各氣體平均比熱及各氣體熱量求得之。

	各氣體重		平均比熱		熱量
CO ₂	1.759	×	0.2338	=	0.411 Btu.
H ₂ O	0.518	×	0.4840	=	0.251
O ₂	1.803	×	0.2270	=	0.410
N ₂	14.545	×	0.2472	=	3.600
全氣體	18.327 磅				4.672 Btu.

$$\text{全氣體之平均比熱} = \frac{4.672}{18.327} = 0.255$$

設擬定過份空氣與燃燒後氣體之重量準確,則公式近乎平衡,如不能平均,可另加減過份空氣之擬定重量。如此數大於 1, 過份空氣之重量擬定太低,如小於 1, 則過份空氣重量,擬定太高。

表(二) 假定伊利諾煤之分析如下

	近似分析			極限分析	
	照紀錄	乾燥		照紀錄	乾燥
水份	9.95	0.00	炭	52.8	58.6
可蒸發燃燒物	34.76	38.55	氫	5.75	5.15
固定炭質	42.07	46.75	氧	23.88	16.72
灰	13.22	14.70	氮	0.92	1.02
	100.00	100.00	硫	3.43	3.81
Btu.	10,960	12,150	灰	13.22	14.70
				100.00	100.00

照上例: $\frac{10960}{2400 \times 4.672} = 0.975$ 此即 $2400 \times 0.975 = 2340^\circ$

此即每磅煤燃燒後得 18.33 磅之氣體溫度爲 2340°。實際應用上,已

夠準確,如須更精確之計算,可假定另一數如 7% CO_2 及其氣體重量。再照前法計算。結果此數大於 1, 可知確數必在 7% 與 6.5% CO_2 之間。但實際上, 平常水奧塞特儀 (Water Orast apparatus) 不能讀至 $\frac{1}{4}\%$, 故第一次之假定每磅煤生 18.3 磅氣體已與實際數相近矣。

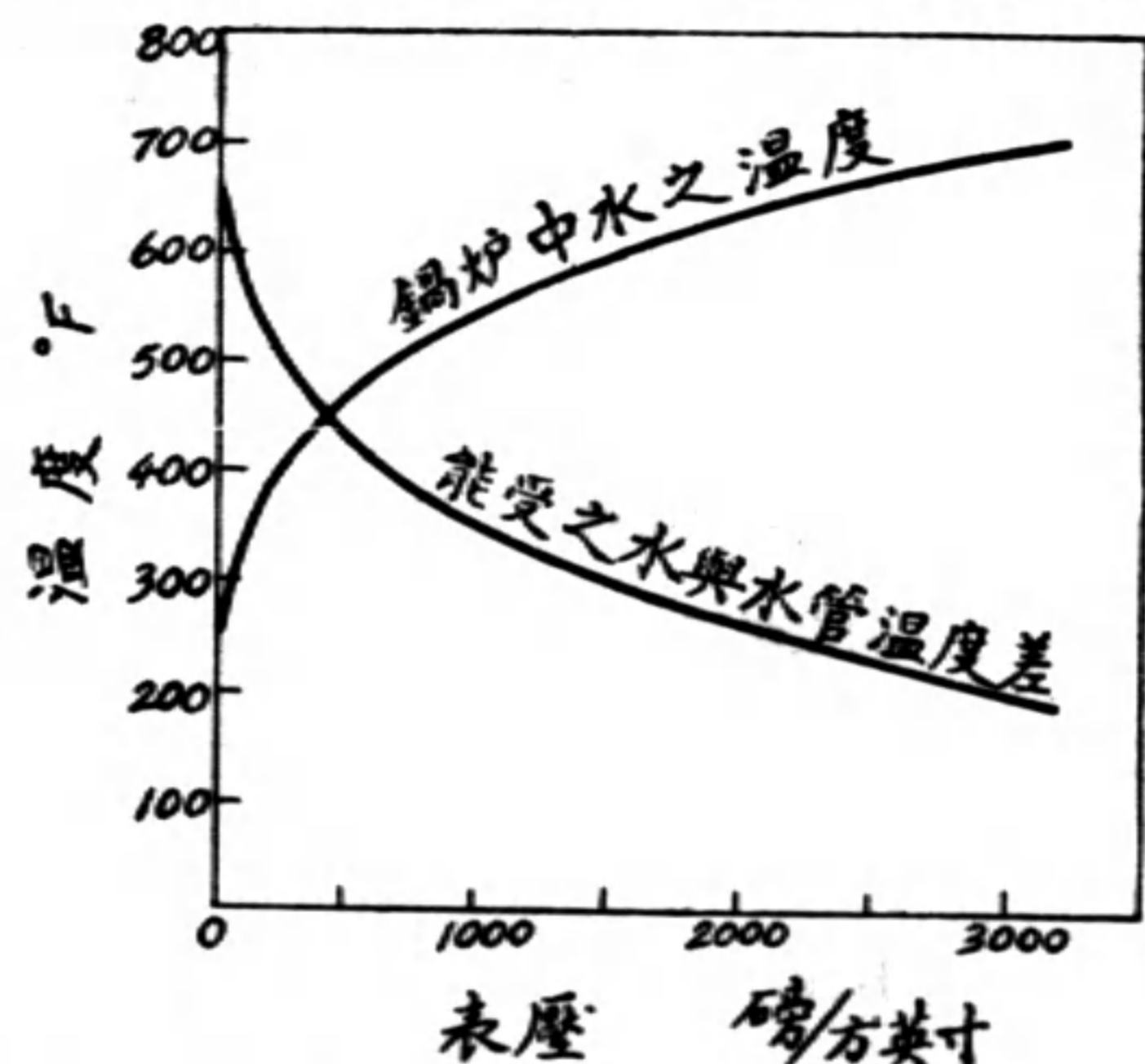
鍋爐給水之處理*

Charles E. Joos 著 顯 譯

鍋爐給水問題, 常為一活動之問題。從前 150 磅 / 方英寸即視為高壓之時, 其目標僅在維持蒸發面之清潔, 可以免除清理手續, 及增加鍋爐效率。現在給水問題之化學方面之智識漸為昌明, 各種節省用煤之方法, 多屬過份之要求, 且亦不被重視。鍋爐結石 (Seale) 阻礙熱之傳遞, 與所燒煤量亦有關係, 以前以為能有極大節省, 實係言過其辭。實際調整 (Conditioning) 給水問題之目的, 除可避免清潔水管, 又可免鍋爐在高壓, 高率數 (high ratings) 運用時之水管損失 (tube loss)。

近代高壓高率數運用下之鍋爐, 水管須傳熱甚大, 蒸發面上雖極薄之結石 (Scale) 亦不能有。如近代鍋爐之每方尺蒸發面每小時產生汽量, 相當厚之結石 (Scale) 能使管之溫度增加, 結果水管損壞。汽壓與能允許之溫度差 (水管及管中之水之溫度差) 如第一圖: 採自美國密西根大學工程報告第十五號「鍋爐結石之性質及成因」, Partridge 氏所作。

自圖顯見高汽壓較低壓須較潔之蒸發面。給水之處理影響於高率數高汽壓之鍋爐更大, 因之給水處理亦須適應新情狀。而



第一圖 氣壓及能受之水與水管溫度差

*譯自 "Power Plant Engineering" Oct. 1986 p. 582.

近代高容量高汽壓鍋爐之結構複雜,亦使動力廠計畫家,不能不解決給水問題也。

給水之處理,係一調整問題(Conditioning)並非單為軟化問題(Softening),解決處理方法必須將所選水源之各種問題,皆須一一考慮。例如美國俄亥俄州(Ohio)有一動力廠,有四鍋爐,給水帶有硬性,未加處理,結果鍋爐水管,結石甚多。但此廠僅須相當時期常加清刮,仍能運用自如。後營業擴充,加裝新鍋爐四只,同時附設有給水軟化器。但軟化之方法不適合,結果竟使四新鍋爐於十六個月內,發生裂痕,而舊鍋爐則依然如故。因用曾經軟化之給水,蒸發面因之清潔,以致接縫被腐蝕而生裂痕。而舊鍋爐因有結石之故,得以避免侵蝕。後將給水調整制度另用他法,合於美國機械工程師學會之防裂方法,又經五年,未見任何不合之現象。發生裂痕之鍋爐,亦未更換他種,仍用同廠出品之同樣鍋爐。此事之經驗,可謂有二種教訓,(一)維持清潔之蒸發面,能發生新問題。(二)給水處置方法必須注意選擇。換言之,給水調整問題必須整個處理,防止結石不過僅問題之一部耳。

給水問題,完全解決,此種給水謂之「已平衡」(Balanced)。此種給水之處理,須合下列各基本條件。

1. 維持蒸發面之清潔。

減少溶化水內之鈣鹽(Calcium salts)及鎂鹽(Magnesium salts)至最低限度。

防止鍋爐黏附泥污及結石。

2. 保護節省器(Economizer)及鍋爐,免被侵蝕。

維持適當之p-H數,及勿多含養氣。

3. 防止水份超越(Carry-over)入汽管。

減少固體物及控制鹼性,使發沫(foaming)及發霧(Priming)趨勢極微。

4. 防止裂痕。

不並不維持適當硫酸化合物及碳酸化合物(Sulphate & carbonate)間之比例,如美國機械工程師學會之規定。

5. 費用低廉。

建設費用及運用費用之低廉。

上列條件,有多種方法可達到之。本文目的在論如何作一合理之選擇。現僅考慮鍋爐外給水處理之問題。

鍋爐外給水處理約有三法。

一. 用蒸發器

二. 熱法石灰蘇打軟化器 (Hot process lime & soda softener)。

a. 用石灰及蘇打灰(lime & soda ash)

b. 石灰蘇打灰及磷酸化合物於鍋爐內,作輔助之用。

c. 用磷酸化合物於鍋爐外軟化之。

d. 用石灰蘇打作初步處理,次用磷酸化合物,於各別沈澱池內爲之。

三. 用齊華來特(Zeolite)。

a. 用齊華來特前後,均不另處理。

b. 先用石灰作初步處理。

c. 用齊華來特後再用酸處理。

蒸 發 器

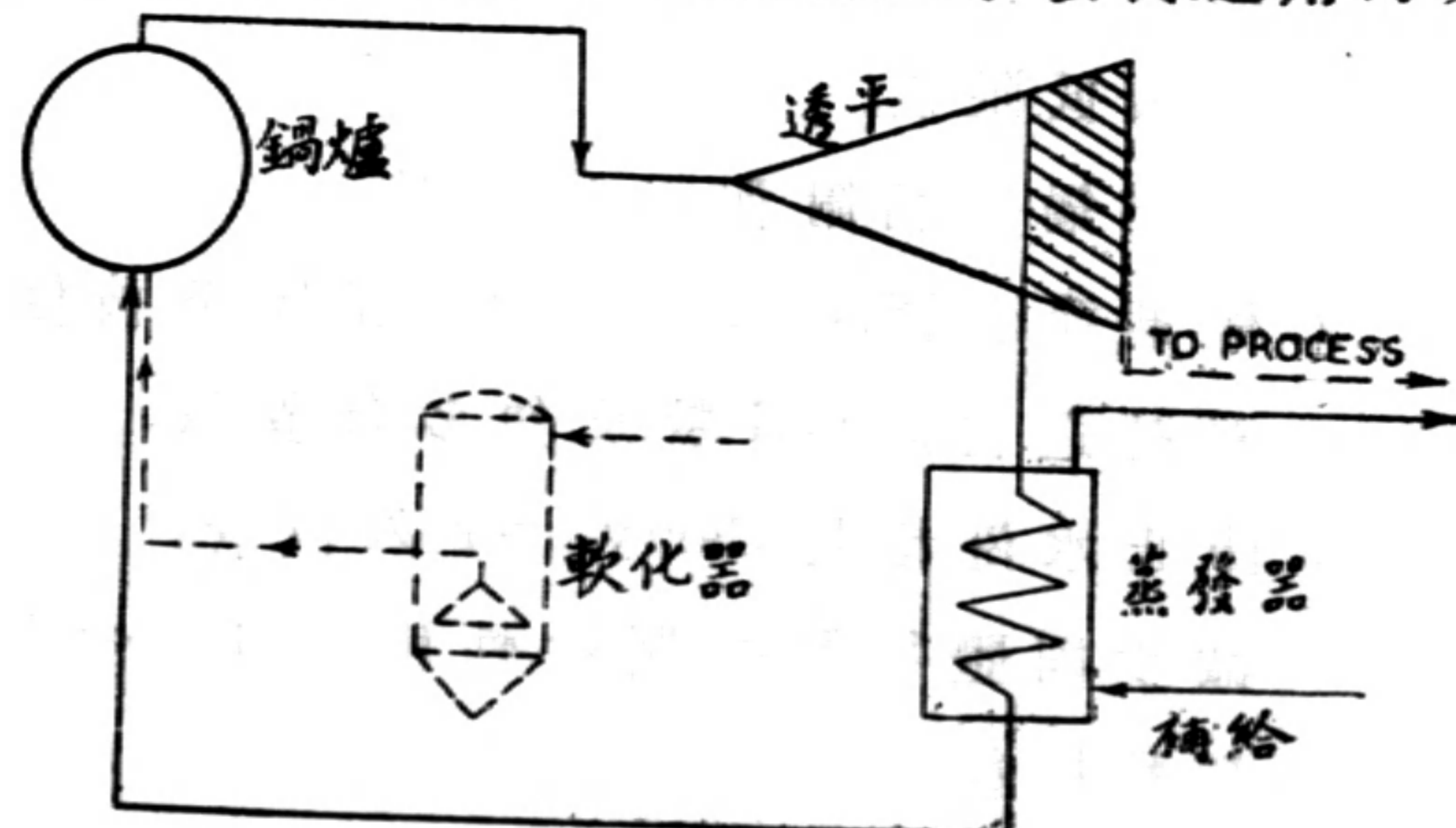
實業工廠中多不用蒸發器,因初次建設成本較高。運用時又

損失熱力,因之運用費用亦高。

運用蒸發器損失熱力之情形

參閱第二圖,即可明瞭。實業工廠中用之變壓

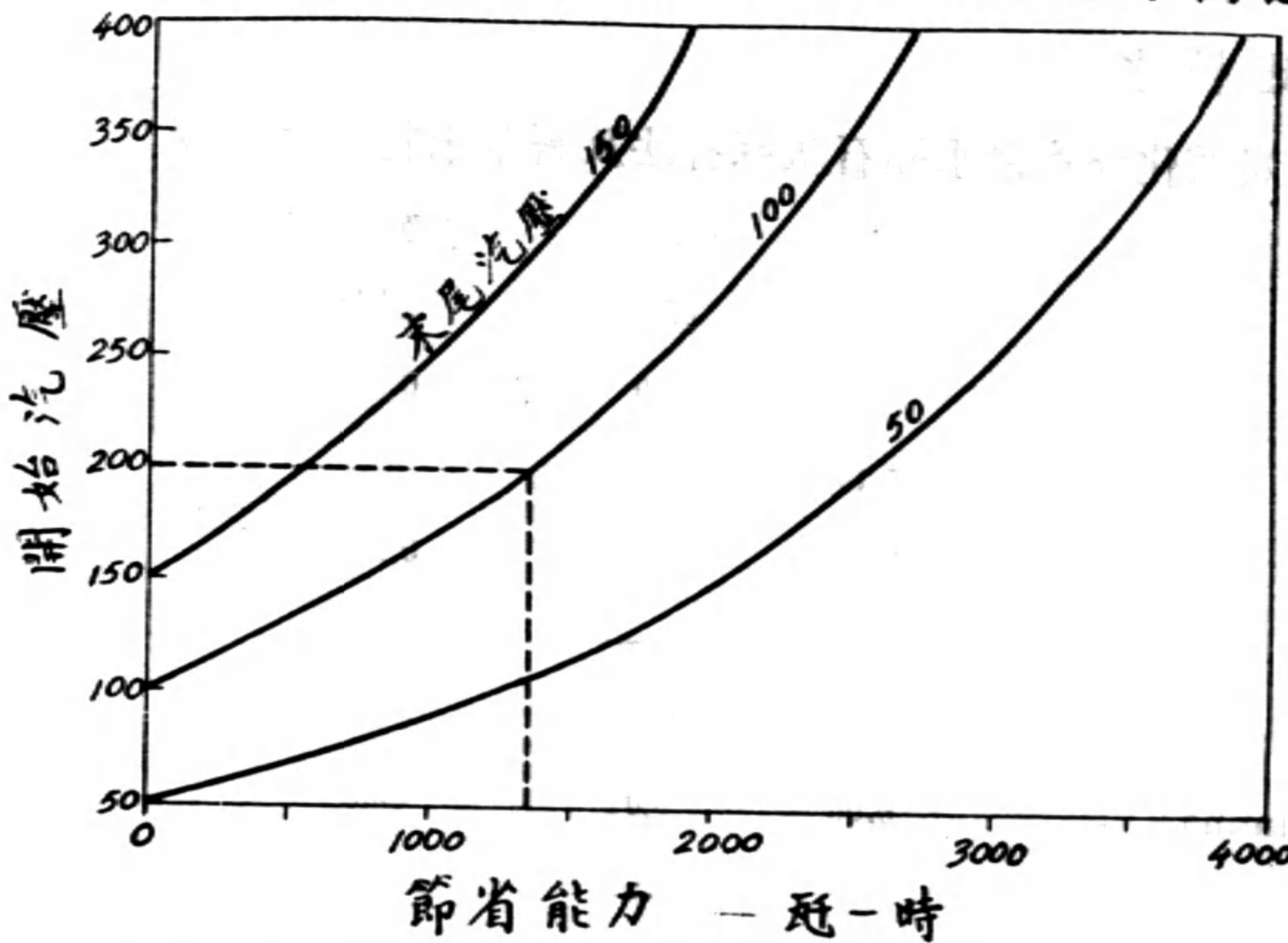
器式之蒸發器,



第二圖 蒸發器之能力損失

用高壓汽產生低壓之用汽 (Process steam)。例如有某紙廠需用 30 磅汽壓之蒸氣。蒸發器以機器之大小程式不同,受 50, 60, 70 或 100 磅/方英寸之蒸氣。亦即因鍋爐給水為純蒸溜水之故,而須將透平機 100 磅/方英寸之蒸氣放出 (bleed) 一部,以得 50 磅/方英寸之氣 (vapor)。蒸氣自 100 磅/方英寸膨脹至 50 磅/方英寸之能力,均屬損失,如第二圖中之陰影部份。

第三圖示蒸發器入口與出口各種不同之汽壓差,與能力損失之大小。此種月積日累之能力損失,使實業上多不裝用蒸發器。



第三圖 每小時100,000磅蒸氣膨脹後所得之能力

在軟化器問世能供實用之前,蒸發器裝用於極高汽壓工廠者,如非力浦卡萊工業製造公司,福特汽車公司,迪特羅處分廠,佛亞司東橡皮及車胎公司。

此等工廠之計劃者,亦知不甚經濟,但取其給水純良而已。現代實際上應用軟化給水為補充之用,化除一切對軟化給水是否合用之疑慮。上述各廠之設備,用曾軟化之水以代蒸溜水作補充給水之用,可使計劃者採用 600 磅或 800 磅壓力之鍋爐以代較高汽壓鍋爐之用,設備費用可以減低。如韋而登鋼鐵廠,即用熱法軟化器兼用磷酸化合物作輔助,以供給 900 磅汽壓鍋爐之補充給水。高汽壓動力廠之計劃者,可對軟化給水加以注意,損失熱力之患可免。

補充需要僅佔百分之一二之處,熱力經濟之減少,較之全廠

補充需要僅佔百分之一二之處,熱力經濟之減少,較之全廠

運用費用,微乎其微,如中央動力站,蒸發器仍為良好之處理方法。但實業方面之需要,常用下列二法。(1)齊華來特(Zeolite)法及(2)熱石灰及蘇打法。欲決定採用何法,必須先研究水源之化學成分及物理性質。水源可分為(一)污濁,(二)清淨,(三)高硬度,(a)含多量碳酸化合物,(b)含少量碳酸化合物,(四)低硬度,(a)含少量碳酸化合物,(b)含多量碳酸化合物。

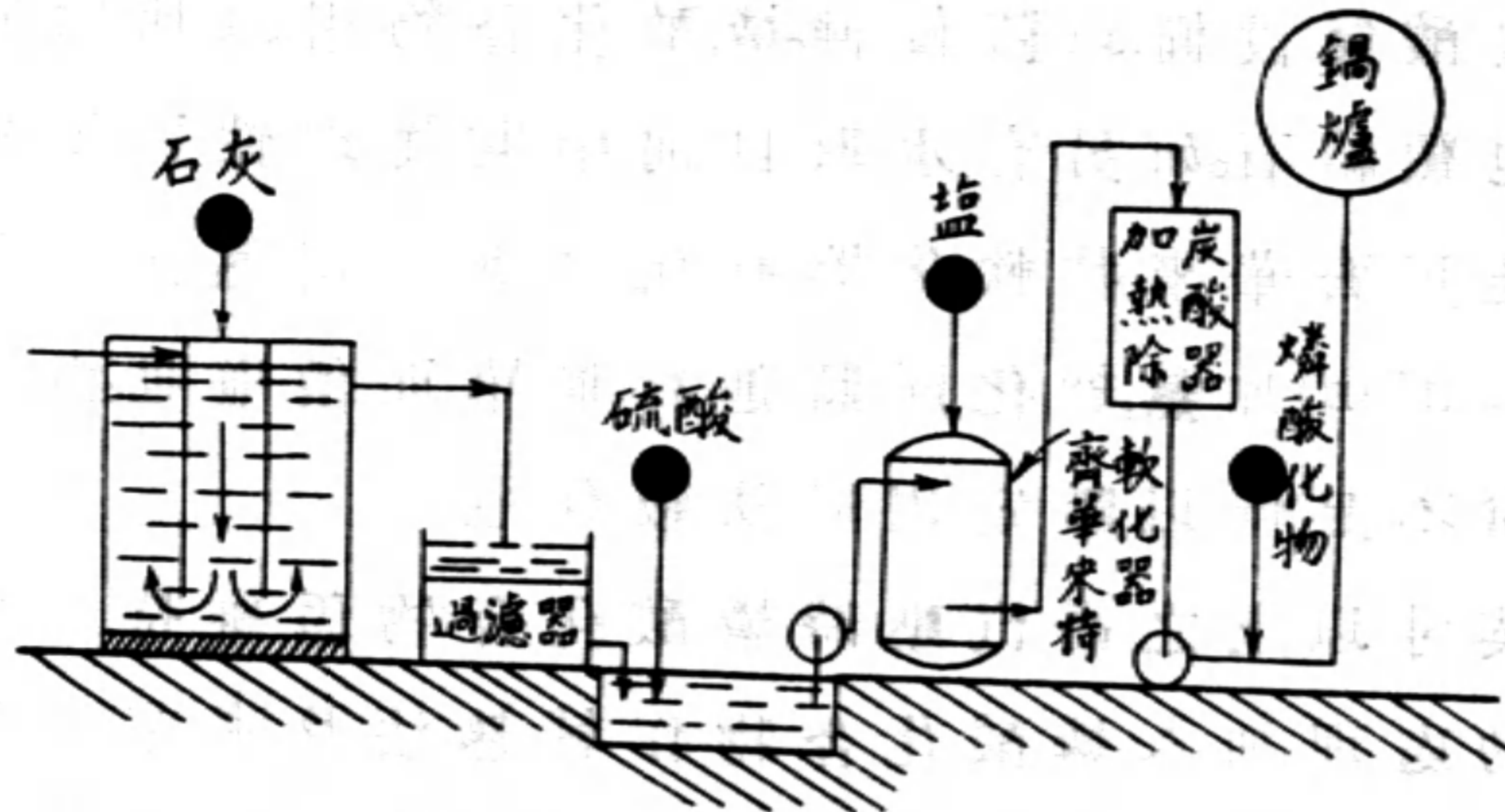
試以高硬度含多量碳酸化合物之水為例,分析已用二法處置後之水,列表以比較之。

第一表 含多量碳酸化合物之水經石灰蘇打法及齊華來特法之比較

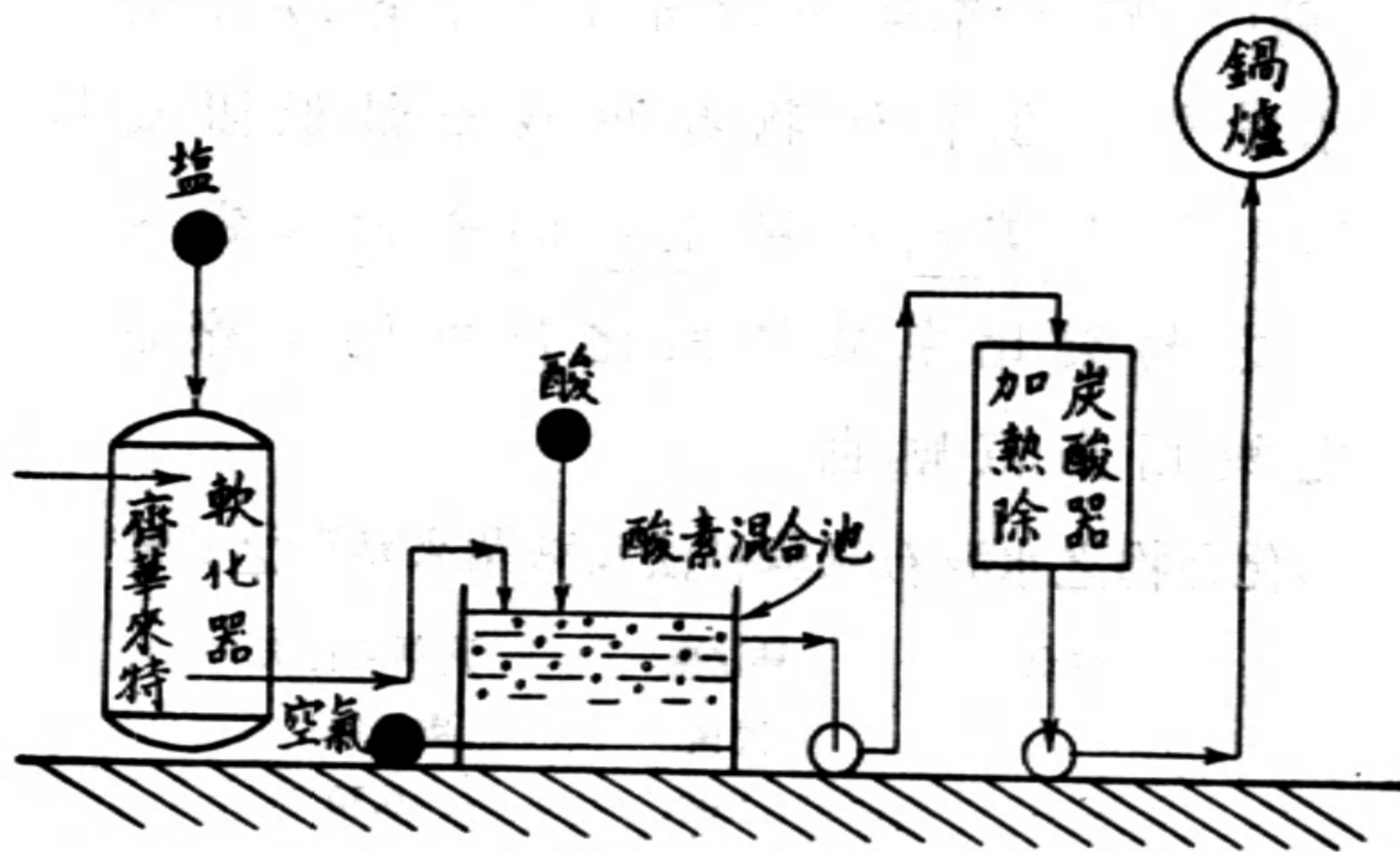
	生水	熱法處 置後	齊華來特法 處置後
碳酸鈣	8.11	1.0	0.30
硫酸鈣	5.19	—	—
碳酸鎂	5.54	0.20	0.20
氯化鎂	0.53	—	—
養化矽(Silica)	0.35	0.14	0.35
養化鐵養化鋁(alumina)	0.06	0.02	0.06
碳酸鈉	—	1.50	15.60
硫酸鈉	—	5.43	5.43
氯化鈉	1.92	2.45	2.45
蒸發物及有機體	1.81	0.72	1.81
固體物	23.51	11.46	26.20
pH數	7.5	9.6	7.5
硫酸鈉與碳酸鈉之比		3.62/1.00	1.00/2.87
吹下(Blowdown)		7.6%	17.5%
處理給水1000加侖之費用		3.63 cts.	7.3 cts.

自第一表可知用熱法石灰蘇打軟化器可得[平衡處理]硬度,雖不如用齊華來特法,但已降至甚低。用熱法軟化器,硬度依過量碳酸鈉而定。增加碳酸鈉之分量可減低硬度。易裂比率(Embrittlement Ratio)亦尚適當,鹼性亦較低,固體物亦形減少,換言之,適當

處理給水之條件皆已適合。用齊華來法固體物亦有增無減，鹼性亦較高，易裂比率亦不適當，且處理用費亦較高。故此種性質之水，擇熱法軟化器，實較優勝。



第四圖 石灰—齊華來特軟化法



第五圖 齊華來特—酸素法

用齊華來特法欲得平衡之處理，必須預先用石灰處理之，或經齊華來特法再以硫酸處理之。如第四圖即用一冷法軟化器沉澱池，再經過濾，及加酸，中和其部份鹼性，再經齊華來特法軟化之及驅除炭酸氣 (deaeration)。加酸之意，係用以減低，經石灰

軟化後，水之鹼性，藉以保護齊華來特礦石者。第五圖示如何單用硫酸以補救其缺點。

但此法不如先用石灰，作預先處理者為佳，因水中固體物不減反增也。加酸之後侵蝕較大，或將侵蝕給水加熱器，給水管，及鍋爐。但用此法而感覺滿意者亦有數廠。

如此等性質之水源，用熱法軟化器顯見係以最簡單之方法，最經濟之設備運用費用，得「平衡處理」。

再舉一例，設有硬度高而鹼性低之水。各種分析如第二表。齊

華來特法實較佳。不僅運用用費較省，即設備用費亦較省，如需處理之水已甚為淨潔。

此種性質之水，經過濾之後，專家之意，多贊成用齊華來特法軟化之並加驅除碳酸氣設備，以防侵蝕。磷酸化合物用以補助避免矽酸化合物及他類結石。如另有水，取自河中，其物理性質，須經一番手續，然後始能用齊華來特軟化器軟化之者，則用熱法軟化較佳，因澄清(Clarification)加熱，軟化同時進行，簡單而價廉也。由此可知僅化學性質尚不足恃以斷定用何法較佳也。

用 250 磅/方英寸以上之高汽壓時，磷酸化合物係維持蒸發面清潔之重要補助處理。加入磷酸化合物作輔熱法及齊華來特法軟化器之補助劑，1916 年即已應用，迄今達數百處，成績皆完美。工廠汽壓有高至 800 磅/方英寸者，補充給水自 5% 至 100% 者。且用磷酸化合物，鍋爐給水鹼性甚低，固體物亦可減至最低限度，因之減少發沫發霧之趨勢，且適合美國機械工程師學會規定 800 磅汽壓時所需之三比一之易裂比率。故磷酸化合物使工廠設計家於無需蒸發補充之處，樂用高汽壓也。

第二表 含多量硫酸化合物之水經石灰蘇打法及齊華來特法之比較

	生水	熱法處 置後	齊華來特法 處理後
碳酸鈣	—	1.00	0.30
硫酸鈣	6.30	—	—
碳酸鎂	0.87	0.20	0.20
硫酸鎂	0.41	—	—
氧化矽	0.12	0.05	0.12
氧化鐵及氧化鋁	0.12	0.02	0.12
碳酸鈉	—	1.50	1.08
硫酸鈉	0.47	7.50	7.50
氯化鈉	1.46	1.46	1.46
蒸發物及有機物	2.80	1.12	2.80
固體物	12.55	12.85	13.58

pH數	6.8	9.6	6.8
硫酸鈉比碳酸鈉		5:1	6.95:1
吹下(Blowdown required)		8.5%	9.0%
處理給水1000加侖之費用		3.34分	2.28分

自上列各例觀之,可知處理給水,須注意各點。如第一表所示性質之水如用齊華來特法軟化之,雖能不於鍋爐內沉積結石,但費多而設備煩。故給水之平衡亦不可過於重視。

正 誤

「泰爾鮑脫螺形曲線」(載在本刊第十二卷第二號)篇作者函請更正如下:

頁	行	誤	正
235	5	352.20	382.02
237	15	L ₁	L'
237	22	始點線	始點切線
238	公式(4)	$y = \frac{214.1}{(a)^{\frac{1}{2}}} \left(\frac{1}{3} \Delta^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{42} \Delta^{\frac{5}{2}} + \frac{1}{1320} \Delta^{\frac{11}{2}} - \dots \right)$	$y = \frac{214.1}{(a)^{\frac{1}{2}}} \left(\frac{3}{1} \Delta^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{42} \Delta^{\frac{7}{2}} + \frac{1}{1320} \Delta^{\frac{11}{2}} - \dots \right)$
239	22	公式(B)	公式(13)
242	7	1cS	S _{1c}

工程新聞

國內之部

蘇省導淮入海工程經過實況

江蘇省政府主辦之導淮入海初步工程，業已全部告成，不久將舉行放水典禮。按淮水原獨流入海，自古與河同為四瀆之一。自南宋河奪淮而淮始病，迄清末河棄淮而淮始涸，從此七千萬畝之長淮流域，常多水旱之災。蘇北適處淮水尾閭，受害尤甚。八十年來，蘇地大小淮災，連續達六十餘次。自陳果夫氏以導淮委員會副委員長之職，兼主蘇政，始毅然決定施工導淮入海。顧及經費，先辦初步。自民國二十三年十一月一日動工以還，以迄於成，綜計歷時二年五個月，耗金一千一百餘萬元，動員十二縣工佚十餘萬人，共做四千餘萬工，全長167公里，出土六千萬公方，從此蘇北可免淮禍，導淮全部工程，可循序漸進。茲將初步工程實況，簡述如下：

導淮近史 民十四，全國水利局發表治淮計劃，自洪澤河起至廢黃河出海止，合蘇皖豫三省，估費二萬萬元。民十七，建設委員會成整理導淮圖案報告。民十八一月，導淮委員會成立，派委員二十人，蔣介石氏為委員長，陳果夫氏為副，分設工務處於清江浦，組織測量隊，實測入江入海各路河線，並聘德國方修斯教授為顧問工程師，親歷江淮運沂沭汶泗及黃河各處查勘。至此淮河形勢與洪澤湖水利悉明。民二十年四月，公佈導淮工程計劃，預定三期，第一期分五年施工，估費五千萬元。其綱要有三：（一）開闢淮河主要瀉洪河，（二）修建蔣壩及洪澤河活動壩，（三）以洪澤河為停蓄之所。九月導淮會討論導淮路線，決定由張福河經廢黃河至套子口入海。二十二年春，導淮會興挑張福引河。是年公佈導淮工程入海計劃，大挑廢黃河，自楊莊至七套以下，又闢新道至套子口，是即

導淮入海初步工程也。當時估工費七百萬元，預定兩年完成。

初步工程 導淮會計劃，需費孔多，蘇省府不易籌措，乃決分期實施。其初步工程，除河底寬度由120公尺減為35公尺外，一切仍照原計劃，但仍須六百萬元。乃採用徵工辦法，以減工費，始定為七百萬元。路線循廢黃河舊槽而行，略較紆迴，計共長168.59公里。水面比降為0.000068，洪澤湖水位在15公尺時，流量每秒455立方公尺，在大水未發以前，入海水道自可先行儘量下洩。估計開挖土方六千六百萬公方，築堤土方五百零三萬六千公方。所有堤工一律利用挖土堆築，暫不加砌。河底寬度暫定為35公尺。河坡一律為1:1.5。兩岸堤距規定350公尺。堤坡一律為1:3.4。開挖土方暫以每公方八分計算。全部經費統計6,813,415元。楊莊及周門兩處各建活動壩一座，約共需一百零六萬元，由導淮會建築。

工程組織 蘇省導淮入海工程處於民二十三年九月由省府派許心武為處長，陳和甫為副處長，戈涵樓為總工程師，戈氏於二十五年四月積勞病故，四月省府派王元頤代理總工程師，並聘導淮會總工程師須愷為顧問工程師，在淮陰正式成立。編制分工務，財務，總務三組。工務組設測繪，材料，設計，考核，排水五股。財務組設會計，稽核，出納三股。總務組設文書，事務二股。先後增設糧食管理室，巡迴醫藥隊，巡迴演講隊，編輯委員會等。為工程進行便利起見，全工分為淮陰，泗，江，泰，高寶，淮安，漣鹽，興東阜西段，興東阜東段等十段，段設段長，由工程處工程師兼任，段事務所下分設監工處，全工十段，共三十四處。每處指定工程員一人為主任，另各段設總隊長一人，隊長，分隊長各若干人。

測量工程 測量隊由導淮會派員組織成立，全隊分定線，水準，測角，地形，剖面，繪算，事務，看樁等八班。隊長一，隊員十八，另雇測工五十一，小工二十，看樁工人十一，全隊共一百零一人。二十三年七月二十日開始測量，十月二十六日完全告成。蓋趕十一月一日起施工也。所有全部土方表，分別製就，分發各段應用。

工程實施 全線自淮陰楊莊至阜甯七套，大都利用廢黃河舊槽，加以裁灣取直，七套以下，完全另闢新河，以達套子口入海。河底寬35公尺，兩岸距離230公尺，平均距離為122公尺，較原計劃短33%。二十四年冬復以黃河決口，決定提前完成，乃將全部河床一律保留一公尺半，暫緩開挖，計九百五十二萬九千餘公方，俟通流後，利用水力冲刷，機力助之，俾收事半功倍之利。

徵工辦法 最初擬全用徵工辦法，規定十六萬工伏，由十二縣推派。俟因各縣未能踴躍，乃於二十四年一月決定徵伏，徵金，工金並用原則。即徵伏者徵伏，不徵伏者徵金，超額徵伏者加給工金。於是各縣徵工人數為十萬人，僱工六萬人，仍供十六萬人。二十五年春，復令各縣徵足二十四萬人，到工趕做，以至於今。工伏計分三類：(一)徵工，由縣長兼徵工委員，負徵發之責。(二)僱工，由工程處僱用。(三)兵工，由二十七師一旅及三十二師之二營擔任，計五千人。以上徵工，僱工，兵工之累積人數，截至二十五年底止，為三千四百六十三萬八千餘人。

土方工價 原計劃土方費每公方八分。惟出土高低懸殊，因依上中下三級計算，上層每公方七分，中層每公方八分，下層每公方九分。三層平均仍各為八分，不致超出預算。至各縣之額外津貼，大約上層每方四分，中層五分，下層六分，平均每方五分。合併計算工伏每方代價為一角三分。此外總隊長每月四十元，隊長二十七元，分隊長十元。但隊長及分隊長依工作勤惰，酌量有所上下，然仍依原預算數為根據。

排水工程 計分兩期：第一期，全河167公里，分設排水站二十處，平均每8公里設一站，每站裝16馬力引擎抽水機一架，原有黃河老堤間距平均約為230公尺，設每次雨量為15公分，則每8公里積水為27600立方公尺，16馬力抽水機在6公尺高度時，出水量每小時為600立方公尺。其在4公尺以上之積水，計9600立方公尺，則雨後16小時內，可以抽盡。各排水站由工程處派佐理工程師一

人負責，監工十人；第二期，施工地位愈低，積水愈增，故排水方法增為三種：人工排除，虹吸管，機力抽屨。排水站增至五十處，抽水機增至33架。

沂沭尾閘 蘇北重要水道為淮、運、沂、沭各河，互漲互犯，倘沂、沭並漲，勢成中滿，下游宣洩不及，侵及中運，淮亦受患。故必須淮、運、沂、沭四河分治，俾各河獨流入海，不相侵犯。蘇省府乃飭導淮工程處兼辦沂、沭尾閘工程，暢其宣洩，而後徐圖上游工事。經於二十四年間，先後疏浚六塘、柴米、後沭、燒香諸河，各段工程，歷時三四月不等。

施工設備 工伙衆多，時間久長，關係施工設備，各方均在顧及。茲可分四方面敘述：（一）糧食，工伙每日少者十餘萬人，多者二十餘萬人，工程處決定辦法三項：（甲）責成沿淮各縣政府，自行供給本縣工伙之食糧，（乙）鼓勵商人向工段運銷，（丙）由本處儲備糧食，統籌給養。此外工伙密集地點，設糧食站，計總站四處，分站七處，分銷處四處。（二）飲料，西段水涸，東段水滿，工程處對此問題，先用開渠引水法，繼用雇車運水法，但事實上每日需水五十萬加侖，前者求過於供，後者太不經濟，故最後決定自三叉股以下至海口，22公里間，鑿井七口，深者五百餘呎，淺者四百餘呎，每井之旁，建一蓄水池，容量18立方尺。（三）醫藥，有巡迴醫藥隊，分段巡迴，復添設診療所六處。兩年受診人凡七萬餘。（四）交通，（甲）道路，將漣水、淮安、阜甯三縣之廢黃河堤修平，以駛汽車，計六十餘公里。工程處方面有交通隊，以汽車擔任工事上之運輸。（乙）電台，由省府將淮陰電台調歸工程處專用，並於各段中心地點，設小型電台一座，於是全工程無線電報網完成。（丙）電話除長途電話外，工程處自行擴充路線，計144公里，通話地點三十處。（丁）通信隊，凡一切轉存之文件，圖表，由信差五名，逐日往來遞送。（五）苗圃，堤岸須植樹，工程處成立苗圃兩處，每處佔地60市畝，其中植杞柳，楓楊，白楊等苗。預計三年後足敷全堤之用，每年經費五千元。

經費總額 初步工程原預算爲六百八十一萬元，繼增爲八百餘萬元，連各縣代金三百零四萬餘元，預算總額爲一千一百一十萬六千餘元。現在決算尙未結出，大約應爲一千二百萬元左右。

功效利益 初步工程之效益，可分四類說明：(一) 避免洪水。裏下河農田五千萬畝，屢遭洪災，今一部洪潦可入海，下游歸江引河既已疏浚，則入江水量增加，裏下河災情當可減少。至於皖淮方面，則下游出路增加，上游屯水減少，受惠亦多。(二) 增加航線。裏運中運兩河淤淺，淮陰以上，本來斷航，今則可常年通達至安徽，而淮河流域之農產品，可由揚子江輸送上海。(三) 灌溉農田。裏運河以東，及沿通揚運河農田，約一千四百萬畝，其中四分之一之灌溉，仰給於裏運河，凡遇旱災，每年損失八百萬元，今則不僅四分之一農田可免旱災，全部咸可沾潤淮水。(四) 涸出公地。高寶湖原有公地五十三萬畝，原價每畝四十元，初步工程完成，可值五十元，增出地價五十萬元。廢黃河經過之十三縣，涸出公地七十六萬畝，收入地價當在二千萬元以上。故導淮計劃，除初步工程須款興辦外，嗣後如整理得法，本身收益，足敷其他工程之需。

此後工作 按導淮原計劃爲江海分疏。其原則：(一) 整理入江水道，長153公里，由洪澤湖至三江灣入江，需費三千三百五十萬元。(二) 開闢入海水道，長167公里，由張福河經廢黃河至套子口入海，需費三千四百三十萬元，及其他工程，共需一萬萬元以上。入海工程，不過導淮工程之一部分，初步入海工程，又爲入海工程之三分之一，與導淮全工程相較，相差尙遠。即初步入海工程尙有不少工作，若(一) 活動壩管理之研究，(二) 河床之養護，(三) 護岸工程，(四) 防汛工作，(五) 河灘地之禁種，(六) 堤岸造林，(七) 河槽浚深，(八) 海口疏浚，(九) 灌溉渠閘之建築，(十) 洩水涵洞之建築，(十一) 楊莊及周門活動壩之兩船閘，及新運河交叉處之活動壩，均待建築，(十二) 沿淮橋樑之興建。凡此皆有待於續進行者也。

二十五年全國公路建設進展情形

全國經濟委員會辦理公路建設，先開始督造蘇，浙，皖三省聯絡公路，次及於蘇，浙，皖，贛，鄂，湘，豫七省聯絡公路，再須次擴展至陝，甘，閩，青各省暨贛，粵，閩邊各重要路線，並又直接修築西蘭，西漢兩路，迄廿五年底止，大部已告完成，因此，吾國中部，暨東南，西北各省，凡鐵路航路，經行不及之重要地點，均有公路可通，茲將上年內辦理公路建設情形，分誌如下。

聯絡公路

經委會於督造蘇，浙，皖三省聯絡公路之始，曾規定由各省負責施工之責，由會方規定路線，厘訂工程及預算標準，並撥借公路基金，以助各省經費不足，一面並規定公路工程督察辦法，隨時派遣技術人員，前往督察協助，依此進行，頗為順利，迨督造蘇，浙，皖，贛，鄂，湘，豫七省聯絡公路，仍照前項辦法辦理，並對於各省聯絡公路系統，復經通盤籌劃，嗣後陝，甘，閩，青等省，各重要公路，亦陸續列入督造範圍，於是全部督造路線里程，增至二萬九千餘公里，截至廿四年十二月底止，各省完成通車之聯絡公路，共達二萬零八百六十四公里，廿五年起，對於已成公路，側重於鋪築路面，及加固橋涵，對於未完成之各重要幹線，如京滬，京閩，滬桂，京魯，京黔，京川，汴粵，京陝，洛韶等線，則繼續督造完成，而對於邊區公路，更積極邁進，不遺餘力，所有陝，甘，甯，青等省之重要路線，如漢甯，漢白，甘新，甘青，甯平等線，均分別督促興修，並以邊區各省經濟困難，情形特殊，由會撥借全部或大部份之工程經費，以速其成，除漢白，甘新，甘青三線外，其餘二線，已完成通車，溯自經委會督造公路之始，七省可通車之公路，僅有七千七百餘公里，經督造以來，截至廿五年十二月底止，各省已成聯絡公路，計達二萬三千八百餘公里，因此全國得互通之公路，可達十萬公里，至於歷年撥借各省公路基金，截至廿五年十二月止，共計一千一百七十八萬餘元。

西北公路 經委會，鑒於西北各省交通閉塞，亟有開發之必要，除酌量撥款督造陝、甘、青、甯等省一部份重要公路外，並擇定西蘭、西漢兩主要幹線，由會擔負全部經費，直接實施工程，以樹立西北公路之骨幹。

(一) **西蘭公路** 該路起自西安，迄於蘭州，長約七百餘公里，昔為陝甘兩省驛道，曾加局部修築，試行汽車，惟以路線綿長，經費有限，工程不免簡陋，復經廿二年山洪沖毀，交通因之中斷，經委會爰於廿三年三月，籌款直接興築，至廿四年五月，將全路完成土路通車，共計支出工程管理各費九十三萬餘元，廿四年秋，沿路洪水為災，路基橋涵，頗多損毀，廿五年以來，復舉辦各項改善工程，共計支出十餘萬元，至於該路路面工程，因沿線缺乏石料，建築費用頗鉅，尙待籌款興築。

(二) **西漢公路** 該路起自西安，迄於漢中，為川陝交通要道，除西安至寶鷄間，係已成土路，勉可通車外，寶鷄至漢中一段，長二百五十四公里，為古昔之北棧道，崎嶇險峻，行旅苦之，亟待開闢，經委會爰於廿三年夏間，派隊測量，撥款興築，惟因路線所經，大都為崇山峻嶺，施工運料，倍感困難，加以地方不靖，工程迭遭停頓，迄廿四年十二月下旬，始將全路打通，廿五年以來，仍積極繼續趕辦未完工程，及整理工作，一面並擇要加鋪路面，現該路各項工程，均告完竣，祇餘鷄頭關鋼架大橋一座，尙在建築中，又該路鳳翔至寶鷄一段，原係利用舊驛道，勉行汽車，廿五年間以隴海鐵路西展，每與驛道路線交叉，行車殊欠安全，乃另測正式路線，於六月間，開始興築，全線共長三十六公里，業於十月間完成，總計西漢路寶漢鳳寶兩段，工程管理各費，共支約二百四十餘萬元。

南昌中正大橋完成

南昌中正大橋，已於元旦通車，一月九日正式開放，茲將詳情

分誌如次。

建築緣起 贛江橫亘南昌與牛行之間，江面遼闊，匯贛水，撫河，信河諸水，流入鄱湖，每當春夏之際，各河水漲鄱湖容受有限，此時贛江泛濫，波濤洶湧，舟楫難渡，不特行旅視為畏途，即在文化，經濟，軍事上言，亦俱受極大影響，南昌牛行間之溝通，實有迫切之需要，廿三年蔣委員長駐節贛垣時，有鑒及此，乃諭贛主席熊式輝，迅在該江興建大橋，由行營撥款二十萬元，以助其成，熊主席奉諭後當即着手籌劃進行，並請鐵道部派員蒞贛設計，並為紀蔣委員長起見，乃定名中正橋。

設計標準 該橋設計之標準為（一）因經費不甚充裕，暫以修築公路式橋樑較為適合實際，如將來浙贛鐵路須與南潯鐵路啣接，則可改建鐵路公路混合式橋樑，（二）就現時所擇橋基之江面寬度，及兩岸情形，確定全橋長度為三千五百三十餘呎，因兩岸水淺，施工較易，又於東西兩端設置跨度較窄之引橋，藉以節省經費，（三）橋面中間為汽車道，兩旁為人行道，車道寬度，須能容車輛交錯，（四）橋樑為固定式，其距離最低水位，須有十六呎之淨空，以利航運，（五）橋樑載重，須能行駛十噸之重汽車，人行道須顧及人羣密集之重量。

橋墩工程 計劃定妥，乃於二十三年十二月二十日正式開工，初施打護橋樁時，地層忽發生異態，原擬採用之鐵筋混凝土樁，因不易直接打入，於是乃變更計劃，關於施工步驟及各部結構，均重行厘定，其時因值夏汛，江水泛濫，迄至二十四年十一月始行興築正橋橋墩，每墩施工步驟，係先裝置木櫃設法沉下，每隔六呎，計設一層，及降至江底，再插入鋼板樁，以圍繞木櫃，每檔約需鋼板八十塊，旋用約三噸半重之打樁錘，將鋼板逐一打入江底硬層，作成圍檔，然後安設馬達幫浦，將圍檔內江水抽盡，同時挖掘泥沙，並加裝木櫃，以支撐圍檔，使風力水力不致推動，迨泥沙掘盡，即於硬層上鑿成寬七呎，長十一呎，深八呎之深坑，隨將橋柱安妥，灌搗洋

灰混凝土,及至硬層以上,混泥土之面積,則即縮小,僅將鋼樁四週包裹半呎左右,使其外表類似橢圓,藉以減少水之衝擊力,每墩混凝土填築地位,皆至於水平高一百十八呎為止,四柱安設後,方開始裝置拉撐,惟橋墩工程進行中遇有不少困難,如橋基硬層,發現巨大石罅,並有多量江水噴出,將所灌下之洋灰,盡行浮起,又如挖掘圍檔內之泥沙時,卵石受水壓沖動,檔外江水,洶湧而入,江底工作人員,設趨避稍遲,立有滅頂之虞,凡此工程上之困難,頗足供建築橋樑者之參考也。

橋身工程 橋墩既逐步完竣後,即開始安裝橋身,其步驟由桁樑,而橫樑,而直樑,依次以達於橋面欄杆等,桁樑之安裝,係將每孔鋼料分兩邊鉚接,用氣動鐵鎚鉚好,橫樑置於桁樑每節上弦所備三角鋼板之間,橫墊木安於引橋橋墩之上,各用螺絲旋緊,伸出桁樑及樁頂之外,以供人行道及裝設欄杆之用,橫樑及墊木以上,架設直樑,樑間加設斜交支撐,藉資穩固,橫直樑安裝後,即進行鋪築橋面,裝置欄杆燈柱等項工程。

該橋計全長三千五百三十五呎六吋半,正橋共念八孔,每孔跨度一百零六呎,橋墩共念九座,引橋念七孔,每孔跨度二十呎,橋墩念九座,全橋建築經費,原定國幣六十五萬三千六百四十四元,嗣以工程計劃變更,建築各項經費增至國幣九十六萬一千九百六十元,除行營補助二十萬元外,餘由鐵道部南潯鐵路管理局及江西公路處分別負擔云。

植物油代汽油之試驗

近來國人雖有木炭酒精等代替汽油的做造,但結果多因馬力不足,障故復多,很難實用,現有德國瑪彩黛本土汽車製造廠柴油車任主任工程師馮格騰氏,因擔任中國汽車製造廠技術顧問,在二十四年冬受聘來華,曾至內地各處考察,鑒於我國農產物品

的豐富,植物油類產量尤多,其中如花生油,桐油,芝麻油,豆油,棉花油,茶油,菜油等,隨處皆有,生產殊為普遍。該種植物油類,除供給人民日常食用及點燈用途之外,過剩頗多。西安蘭州等地,棉子油市價低廉,與上海市價比較,僅及三分之一。如能將我國出產過剩諸植物油類,設法煉製,就地行駛汽車,對於形成崩潰中之農村經濟,以及內地交通,國防原料等一切困難問題,均可因此而獲得一正當解決辦法。

中國汽車製造公司總工程師張世綱氏對馮氏擬議,亦極表贊同。商量結果,即開始合作,共同研究,一方面即利用中國汽車製造公司決定做造之瑪彩黛本土柴油汽車,作為試驗車輛;同時並決定不變更車上的任何機件,並以車主使用便利為原則。費時半年,實地試驗不下數百次,根據每次試驗結果,以謀逐次改進,最近已告成功。茲將最近試車詳情記錄於後。

(甲) 試驗日期:二十五年底。(乙) 試驗地點:上海城內市街,及滬杭,滬錫公路,共駛里程計四百公里。(丙) 試驗車輛:瑪彩黛本土二噸柴油汽車架,車上載有廢鐵重二噸半。柴油發動機為四只汽缸,直徑一百公厘,活塞行程一百二十公厘,汽油容量三〇七七公升。在每分鐘二十轉時,實際馬力五十五。柴油噴射,係用瑪彩黛本土預燃寶式,而噴射管壓力為八十五氣壓。試驗時車上機件組織,均不變動,只將排氣管另分一支管,在存油箱內通過,以便開車後增加燃料箱中熱力。因植物油燃料較柴油粘度為大,須加攝氏三十五度至五十度的溫度,始能與柴油粘度符合,在噴射管中不至發生阻礙。其他另加容量半加崙之小存油箱一只,內儲柴油,以為開車時數分鐘應用。(丁) 試驗燃料:為極易購買之棉子油,上海市價每百斤二十四元,在西安每百斤八元,每百斤計合一五,七美加崙。(戊) 開車手續:初次開車,先用小油箱內之柴油,約五分半鐘之久,則燃料箱內之棉子油即達攝氏三十五度之熱度,以後即改用棉子油,無論中途停車再開,雖時間稍久,在兩小時以內,亦係直接

使用棉子油，踏動馬達四五秒鐘，即可開動，每日祇在初次開車時使用少許柴油，以後，即無須再用小油箱內之柴油。(己)行駛速率：使用棉子油時，馬力並不絲毫減少，反較用柴油時增加少許，故速率每小時三十五英里，與用柴油同，中途亦未發生任何障故。(庚)消耗油量：油箱內共盛入棉子油一担，計一五，七美加崙，共駛行四百公里時油盡，統計每加崙可行二五，五公里，若按英制計算，每美加崙可行一七英里，按該車駛用柴油時每美加崙為十六英里。(辛)排氣情形：柴油汽車正當之排氣，色為淺藍，稍有異臭，使用棉子油時，其色亦為淺藍，惟氣味與吾人在廚房中所聞者相同。(壬)卸拆檢查：次日曾將發動機汽缸蓋拆開檢視，汽缸頭，預燃定號及噴油嘴等，均乾潔無灰，與使用柴油完全相同，未發現任何異狀。(癸)結論：照以上試車情形，排氣管在燃料箱中通過，及增加小柴油箱，所費每車不過十餘元，而所用燃料，並不限於棉子油一種，任何植物油，均可應用，因地制宜，極為便利。又植物油類價值雖較汽油為昂，而行駛里數則較汽油為多。查同式汽油汽車，每美加崙汽油，價值一元，僅能行駛十英里；棉子油每美加崙約一元五角，而行駛十七英里，故二者相較，植物油之價值，尤較汽油低廉。如以西安棉子油市價每十五，〇七美加崙八元計算，則較汽油低廉達三四倍以上，故植物油代替汽油試驗之成功，對於我國交通及經濟各方面之前途，關係殊為重大。

湘川公路通車

湘川公路，動工於民國二十五年三月十五日，現已大功告成，共計歷時為八閱月，在四川方面，已於二月一日，舉行通車典禮，湖南方面，亦於二月十五日，正式通車。該路分為五大段，以湘西沅陵之三角坪為起點，經瀘溪乾城永綏，至四川之茶洞為終點，總長為六百餘華里。五段工程，同時開工，以八個月來之努力，乃宣告完成，

其工程中之最艱險者，則為第一段所屬之鐵山，該山位於沅陵瀘溪之間，高度達三百餘公尺，形勢既極險峻，而其前面，又臨大河，湘川公路經過該山之路線，須用五個『之』字線，方能通過，此項『之』字線之修築，需費已達十餘萬元，第二段，因係由長潭頭洞底至大陂流，以達龍灘，沿途均係山嶺重疊，怪石嶙峋，故其需用石工為最多，其用石匠以鑿石壁，竟達四十公里，第三段，從龍灘至所里，工程尚稱平易，至第四段之工程，則為從所里起，以達永綏，中須經過矮寨地方，而矮寨工程，較諸鐵山更險，其最高處，竟達一千五百餘公尺，該山路線，計有九道『之』字線，計需費三十萬元左右，方能將其完成，就中亦復以石工為最多，此為湘川公路中之第一險鉅工程，第五段，由永綏至茶洞，在工程上，無特殊之表現，總計五段全路經費，為二百四十萬元，由中央補助三分之一，其餘三分之二，則由湘省政府負責，向銀行界舉行借款，而以將來之公路建設公債償還。

南昌水電廠開工建築

南昌水電廠工程經市政會長時間之設計，決定全部建築經費為一百八十萬元，外加線路及用戶設備等費五十萬元，總計二百四十萬元，由官商各認半數。奈市民觀望，投資者寥寥，祇得改為官辦。除省府設法籌撥八十萬元外，並向中國建設銀公司借到一百萬元，共一百八十萬元。去秋市政會開始在南昌師家坡地方徵用民地二十餘畝，作為廠址，並於同年十二月一日正式興工，於本年三月舉行奠基典禮。現各項材料，已由滬上分批運贛。所有發電機，均為最新式，亦已購買定妥，分別運省。自來水管，亦已全部運到，刻正日夜加工趕建，而街巷自來水管，亦定四月一日起，開始裝設。水電廠全部工程，預計本年十月間，建築完竣，至十月底，自來水及電氣，即可開始，日夜放送。茲將水電廠兩部之概況，分述於後。

水廠部份

關於水廠部份，每小時可出水九萬二千加倫。

水管有五百公厘,三百公厘,二百公厘,一百五十公厘,以及一百公厘等數種,其長度共有二十五公里。水源取自贛江,經過中間隔離之進水溝,由二百公厘進水管,下端裝置拒絕雜物之蓮蓬頭,用馬達拖動之離心式幫浦,將水抽上,經四百公厘出水管打至混水池,使渣滓遂漸下沉。上面較清之水,其流量每小時為三百七十立方公尺,流入和礮池,經過相當時間,行二次沉澱較清之水,導入快性沙濾池濾過,每小時每平方公尺地面可濾三十一立方公尺。繼行氯氣及亞莫尼亞等藥物消毒。消毒後之清水,用三百五十公里水管導入貯水池,其容積為二千立方公尺。出水設備,係由四座離心式幫浦,用三相感應式馬達拖動,從水管將貯水池清水吸進,打至出廠五百公厘總水管,其出水量每小時為三百七十立方公尺,至市區中心之水塔,其容積為八百五十立方公尺,由水管通至各用戶。

電廠部分 本市電燈,雖有數年之歷史,但電壓不足,明暗靡定,白天供電,常常斷絕,對於用戶,已感不便,工業方面,尤為掣肘。新電廠成立後,將大加改進,初步設備,計有鍋爐三具,受熱面積,各為二千九百六十平方英尺。汽輪發電機二座,共三千啓羅瓦特。

國內工程簡訊

上海虬江碼頭工程完竣 上海虬江碼頭位於黃浦江濱之虬江口,由中央信託局投資建築,於去年六月奠基,現碼頭工程已全部完竣。計有長180公尺,寬15公尺之碼頭,長67公尺之水泥棧房及臨時棧房各兩座及管理處,旅客休息室,旅行社,商店等建築物。

川黔鐵路成渝段開工 川黔鐵路成渝段於三月十五日在九龍舖重慶車站正式開工。該段起自成都,經簡陽,資陽,資中,內江,隆江,永川,石門以迄重慶,全長計523公里。預計明春明春全部

完工。

青島市興築
第一號碼頭

青島市自第三號碼頭完成後，港務日趨發達，現因船舶激增，原有碼頭仍感不敷分配，已將第一號碼頭南面亂石岸壁招標興工，計標價一百五十九萬五千元。

洛潼公路
完成

洛潼公路自二十四年興築以來，各部工程現已全部完竣。該路由洛陽起，經宜陽洛甯盧氏閿鄉而達潼關，共長約六百二十餘華里。全路工程計土方一千三百餘萬公方，石工約四十餘萬公方。路基土石方用款六十餘萬元，橋梁涵洞用款百餘萬元，石子路面用款二十七萬元。沿路山嶺綿延，難工極多。十八盤山之一面上下路綫，即須盤繞五次（由山下向上相距約三百公尺），運土一筐必須百餘人轉遞。福極嶺開山工程開深至九丈以上。他如鐵板溝嶺，范地嶺等處工程亦稱困難。

川鄂公路
渠萬段竣工

川鄂公路渠縣至萬縣一段，已於三月間完全竣工。全長221公里，分為六站。簡陽至渠縣一段現在補修，約六七月間可完全通車。

平漢鐵路
道禹綫開工

平漢鐵路籌建之支路，有道禹，許禹，孝襄等綫。道禹綫已於四月十六日開工，其他各綫亦將繼續興築。

隴海渡黃河
鐵橋開工

隴海、同蒲兩路合建之潼關風陵渡黃河鐵橋，於四月二十日開工，計長二華里。橋墩十四座，橋墩兩座之工程費計八十餘萬。按該橋為黃河上第四鐵橋預定明年七月完成。

隴海鐵路
西寶段通車

隴海路西寶段寶雞門鷄台千公尺之隧道已於四月間完工，自五月一日起通車。該段計長180公里，工程費約一千七百萬元。

黃埔開埠工
程進展情形

廣東黃埔開埠工程，進展甚速。黃埔鐵道支綫路基業已築成，現趕鋪路軌，定於八月間通車。黃埔大道已興工，定年底通車。疏濬內港及各河工程，由荷蘭公司承辦，

即開工。碼頭一座約可於明春築成。各貨倉亦將着手建築。

國 外 之 部

倫 敦 港 之 改 良 與 擴 大

倫敦港之改良及擴大工作,現正在四年計劃下(自1936年至1940年),以六千萬元經費進行之。其主要工作為加深及加闊舊有各船塢,加建新船塢,建造碼頭及貨棧。

倫敦船塢極多,但在昔係獨立者。自1909年起,始集合而由倫敦港管理局管理之。若干船塢集於泰晤士河之灣處,對於上下游之進出均甚便利。船塢鄰近潮水漲落達20呎。退潮時水流速率為每小時二三哩。船塢集成區自上游起各區名稱及大小依次詳見下列表中;入口之深度係指高潮水位至塢口門檻之深度。各船塢均與鐵道及公路啣接。皇家船塢(Royal dock)附近之道路及懸橋,應汽車運輸之需要,均經重造,工程浩大,計12,000,000元,已於1935年完成,其詳情載 E. N. R., July 13, 1936。

倫 敦 各 船 塢 之 特 徵

船 塢 羣 名 稱	總面積	水面積	主 要 入 口			碼頭長度
			長 度	闊 度	深 度	
St. Katherine and London...	英畝 123	英畝 45	呎 350	呎 60	呎 28	哩 4
Surrey Commercial	381	134	550	80	35 $\frac{1}{4}$	8 $\frac{3}{4}$
West India and Mill wall ...	467	133 $\frac{1}{2}$	590	80	35	6 $\frac{3}{4}$
East India	67	31 $\frac{1}{2}$	300	80	31	1 $\frac{3}{4}$
Royal	1103	247	800	100	45	12 $\frac{3}{4}$
Tibury	725	104	1000	110	45 $\frac{1}{2}$	4

疏浚泰晤士河亦為倫敦港管理局重大工作之一(總數已達100,000,000元)。現在該河自河口至Tibury船塢上游一哩處,河

闊達 1000 呎,最低水位 30 呎;自此以上,河闊續漸降至 500 呎,河深降至 14 呎,但足敷 6500 噸之船隻出入,37 呎吃水船隻,則可用離河 40 哩皇家船塢區之 King George V 船塢。

船隻進出總數,由 38,500,000 噸(1909 年)增至 60,500,000 噸(1935 年)。1935 年貨物起運達 41,000,000 噸;全年海上貿易為 2,200,000,000 元,佔英國全國海上貿易總額百分之三十三,如世界貿易轉佳,則數字尙有增加之可能。

根據以往發展之經驗,倫敦港管理局遂有此番四年改良之大計劃。原有各船塢位置甚適當,故祇須加以擴大與改良,並無另造之必要。為工作便利起見,自上游 St. Katherine 船塢起,分六段進行。其大要不外建造新碼頭,加闊原有碼頭,擴大舊船塢,重建貨棧,建造乾船塢,設備電力起重機以代水力起重機等云。

(E.N.R. of Jan. 14, 1937) (深)

短時期內完成大批住宅

美國本薛文宜州 Erie 湖東南有城曰 Meadville 者,近年因工業發達,住宅忽大感缺乏;遂於近郊 Hillcrest 山麓,進行大批新住宅之建設。在八個月中,竟將荆棘滿佈的山地,一變為包括 202 個住宅的新區域。工程之迅速,實堪欽佩。茲述其經過如下:

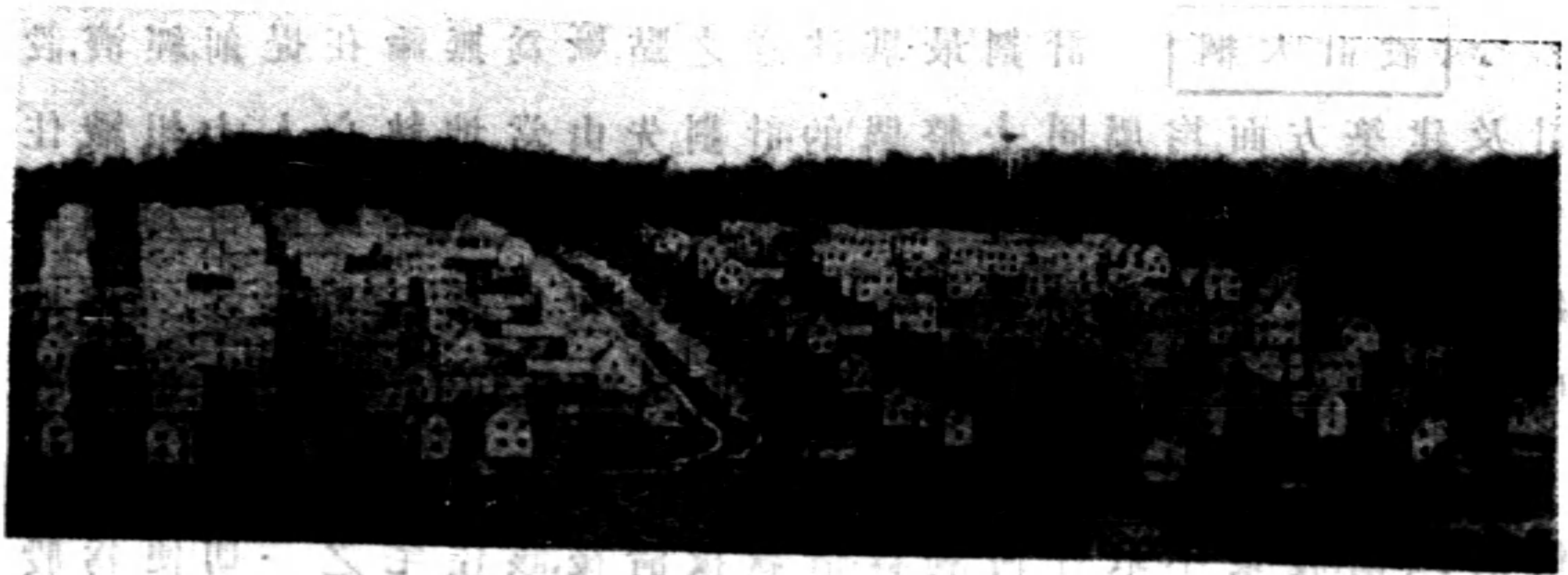
設計大綱 計劃最堪注意之點,厥為無論在提創,經濟,設計及建築方面,均屬同一整個的計劃。先由當地熱心人士組織住宅委員會。任事人員,概不受酬。並聘商部及該城勞働協會為顧問。建築費用之來源,計分兩部:一由該會發行股票 212,000 元,二以四厘利率向公家借得抵押借款 800,000 元,總計 1,012,000 元。借款分三十年攤還,由聯邦住宅管理會担保,担保率為百分之四。在借款未償清以前,股東不取任何利益;借款拔清後,該住宅之一切便為股東所有。

聯邦住宅管理會要求該項住宅在城區整塊地基上建造。討論結果，遂將 Hillcrest 山山南佔地 43 英畝之山坡全部購下，以西部 11 英畝贈給市府，以備建造公園。5 英畝作將來擴充之用，其餘 27 英畝，則用以建築住宅。住宅式樣，計分八種。每宅有四間、五間或六間不等，均有浴室，租價自 30 元至 46 元，單間自 7.08 元至 7.70 元不等。除 46 宅自有汽車間外，其餘欲租者，須另納租金 2.50 元。在 178 個建築中，可住 202 家。其中 48 宅，係雙宅者。

建築設計

各宅均係有骨幹之二層房屋，底脚係用輕質三和土塊，置於三和土大方脚上。地室均儘足尺寸，具 3 吋厚三和土地板。除有小洋台及飾漆百葉窗外，外觀極平坦，無露出之簷頭水落及直下水落管。但在拋出簷頭下之地上，有 12 吋磚板，以承簷水。樓板攔柵，係 2×8 吋木板，牆筋，平頂攔柵。椽子，分間牆木筋，均係 2×4 吋木條，各條距離為 16 吋。地室高 6 呎 10½ 吋，第一及第二層各高 7 呎 4 吋。板牆筋上有 ½ 吋隔離板，牆面板直釘其上。上粉刷則加於金屬條子上。亞光地板舖於副地板上。窗係雙重木框窗，藉防大風雨。門亦有風雨門為之保護。室內牆上，並貼花紙。

宅內裝置，悉依該地習慣。天然煤氣為普通燃料。150 宅裝有煤氣火爐，其餘則為應付不喜煤氣火爐之租戶悉裝燃煤火爐。但各宅均無煤氣爐灶及冷藏箱之設備。洗衣處在地室內，自總管起水管皆係銅製。燈光則有自牆中放射者。



Meadville 城新住宅區全景

屋基之排列 磚鋪之幹路一條，自山脚直上，將全部地基平分爲二。又有八條平行小路，橫貫幹路。小路盡頭，各留空地。汽車間置於幹路及小路之交叉處，庶小路無汽車之擾亂。除24宅面向正街及11宅面向山脚下州道外，大部房屋均面向小路。空地上植有樹木700株，灌木2400株。

幹路路基，係混凝土築成。路面以磚塊砌成，用地瀝青嵌縫。人行道闊4呎，人行道與幹路之間，尚有園林道。小路闊16呎，係三和土路面，無人行道。除沿州道11宅外，各宅連空地計60×80平方呎；雙宅者倍之。六條溝渠與幹路平行鋪設，三條爲雨水溝渠。電桿多排，爲架設電線及電話線之用。路燈置於小路與幹路之交叉處。因有半區爲該城自來水壓頭所不及，故在山脚處，置有抽水機一架，將水打至山腰中水塔上，以供全區之用。

構架工作 構架爲該項工程中重要部分，由140名木匠，40名小工，分組數隊以從事工作。樓下地板攔柵，屋頂及牆身之構架，牆面板等均由各隊一一分工合作。內外部之修飾，地板，樓梯則亦各分專責。爲求工作迅速起見，凡從事某種工作之工匠，非惟令其專事此種工作，且使其所工作者，均屬同一式樣之房屋，故其結果，每星期能完成15宅，而全部202宅，以及其他工程總計僅需八個月也。

價格方面，據該住宅委員會中人估計，此大批建造之住宅，較普通單獨者，廉百分之廿五云。

(Engineering News-Record, January 21, 1937) (深)

蘇聯二次五年計劃全部完成

莫斯科官場頃宣稱，蘇聯工業第二屆五年計劃，原定於本年年底始行完成者，茲已於四月一日全部完成，較之原來限期，尙早九個月。又五年鐵路建設計劃，亦已於本年一月一日完成，較之原

定期限，亦早十二個月云。

伏爾加河三合土大壩閘門業已下水，河水漸儲入伏爾加蓄水湖及運河內，不久運河將開始通航。伏爾加大壩乃全運河最大壩，使伏爾加河水平加高十八公尺，匯成廣三二七方公里的大湖。此湖名為「莫斯科海」，蓄水共一·一二〇百萬立方公尺，可供水與運河，並使伏爾加河上流直到加里甯城均可通航。此壩並非建於伏爾加河舊槽，而係築在舊河道附近岸上。此壩築成後，舊槽經用另一沙泥壩堵塞，迫水入新槽。此堵水之沙壩高廿三公尺，係用新法建築。法為用極強水流沖掃岸邊泥沙，再用唧筒唧至建築地點，構成該壩。

新槽之三合土壩附近建有大水電廠，發電量為三萬基羅華特。伏爾加河岔道間工程總共計土方一千七百萬立方公尺，三合土工程六十萬立方公尺，全部於三年內竣工。

莫斯科伏爾加運河為世界最大水力工程。將來李賓斯克及烏格里希附近伏爾加河水壩以及伏爾加頓河運河竣工後，此莫斯科運河將使蘇聯首都與白海、波羅的海、裏海、亞索夫海及黑海貫通。運河於五年之內造成，為第二次五年計畫最重要的建築工程之一，竣工後使莫斯科列甯格拉間水道縮短一千一百公里（由二千六百減少一千五百公里）。莫斯科高爾基間水道由九百六十減八百五十公里。河上可通三層客船及吸水至四公尺半之貨船。煤及糧食從南方，建築材料和鑛砂從北方，魚和石油從裏海均經此河運至首都，每年平均來貨或去貨將各達一千五百萬噸。

河上共有洩水道，壩，電廠，碼頭，燈塔等建築物二百四十個，沿河建有蓄水湖七處，匯湖處原有村落二百〇三處及柯策伐一鎮均經遷往他地，共計家室四萬戶。

鐵路及公路經過運河處計有鐵路橋七座，公路橋十二座，在莫斯科以及伏爾加河附近公路並用地洞穿過地底。

此運河長一二八公里，計土方工程二〇二百萬立方公尺，三

合土工程三·一一二·〇〇〇立方公尺,與之比較,長二二七公里之白海波羅的運河土方工程爲二千一百萬立方公尺,三合土工程三十九萬立方公尺,又八一·三公里長之巴拿馬運河土方工程爲一六〇百萬立方公尺,三合土工程三·八六〇·〇〇〇立方公尺。

又蘇聯政府決議在伏爾加流域建築絕大水力工程計劃,名曰大伏爾加計劃,現已開始進行。其目的爲供給多量廉價電力,開浚貫通南北各海之深水道,並灌溉伏爾加附近之旱地。長一二八公里之莫斯科伏爾加運河已完成。伏爾加上流李賓斯克,烏加里企,卡瑪河拍姆附近,均在建築極大水閘水壩與水電廠。各廠總發電量爲九十五萬千華特,每年發電力三十億千華特小時。此初步大伏爾加計劃完成後,伏爾加,莫斯科河,波羅的及白海間將獲深水交通,中部及烏拉嶺工業區將增加電力來源。全部大伏爾加計劃如下:伏爾加河李賓斯克與斯丹林格拉間及卡瑪河下游,每隔四百至六百公里,即建二十至三十公尺高之水壩,使積水加深,水流減緩。壩旁建大水電廠及行船水道。此種大建築共六道。電廠總量八百萬千華特。卡瑪河上電廠亦共達二百萬千華特。每年共可發電一百十億千華特小時。此工程完畢後,伏爾加及卡瑪兩河全部將深達六或七公尺。北面經烏加里企壩通雪克斯納及維特格拉兩河至波羅的及白海,南面由伏爾加頓河及瑪尼企兩運河通黑海。伏爾加中下游河水將用以灌溉伏爾加草原及烏拉嶺裏海之半沙漠,面積數百萬公頃云。

國 外 工 程 簡 訊

蘇聯新鐵路完工

蘇聯羅布索夫卡至里德間鐵路,已於一月間築成,長259公里。一切業務房舍,貨棧,車站,學校,機廠,住宅等,均已竣工。該鐵路爲通達里德各工廠及阿爾泰山,東卡查克斯

丹等富饒農地之要道。

柏林漢諾佛間
汽車大道完成

德政府在柏林與漢諾佛城間建造之汽車大道，長達225公里，為德國境內最長之汽車專用路，已於一月間完成，開始通車。

紐約斯泰敦島
自由港落成

紐約港當局在赫貞河口斯泰敦島建築之自由港，已於二月間落成。該港面積計12公頃，內有船塢六處，以供外國輪船停靠之用。凡外國輪船所載貨物在該港起卸與存棧者，概不徵稅。

西伯利亞鐵路
雙軌工程將完竣

西伯利亞鐵路幹綫全綫鋪設雙軌工程，為蘇聯第二次五年計劃中最重要之鐵道建設工作。過去三年半內，業已鋪成卡里姆斯加亞至伯力一段，計長2200公里。目前未完成者僅伯力與伏洛希羅夫間之一段，將於本年內竣工云。

伏爾加河大壩及
伏爾加運河竣工

三月二十三日蘇聯伏爾加河大壩末道閘門下水實行正式封河。面積達327平方公里之伏爾加蓄水湖開始積水，積滿時水量達1,120,000,000立方公尺，以放入莫斯科伏爾加運河。該運河長128公里，闊85.50公尺，亦於四月間通航，計歷時四年餘造成該運河並供給莫斯科人飲水，使居民每人每日用水可由135公升增至600公升。

舊金山金
門橋落成

四月二十八日美國舊金山金門橋行落成典禮。該橋全長8940呎，中部長4200呎，橋柱高出水面742呎，自1933年二月廿六日開工建造，至今始全部完成。

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

國產
地 球 牌

火 火
坭 磚

耐火高強 形式整確

耐火互業

中國空業股份有限公司出品

廠址 上海勞勃生路一二九號
事務所 上海北京路四九二號

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

天源機器鑿井局

江灣水電路朱家宅二號
電話江灣七二七二九號

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

機器鑿井工程

廣東韶關富國煤礦公司

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
實業部上海漁市場
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
新亞大飯店
新惠中旅館
松江新江社
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
中國內衣公司
中孚絹絲廠

品出製器雷如華新上

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

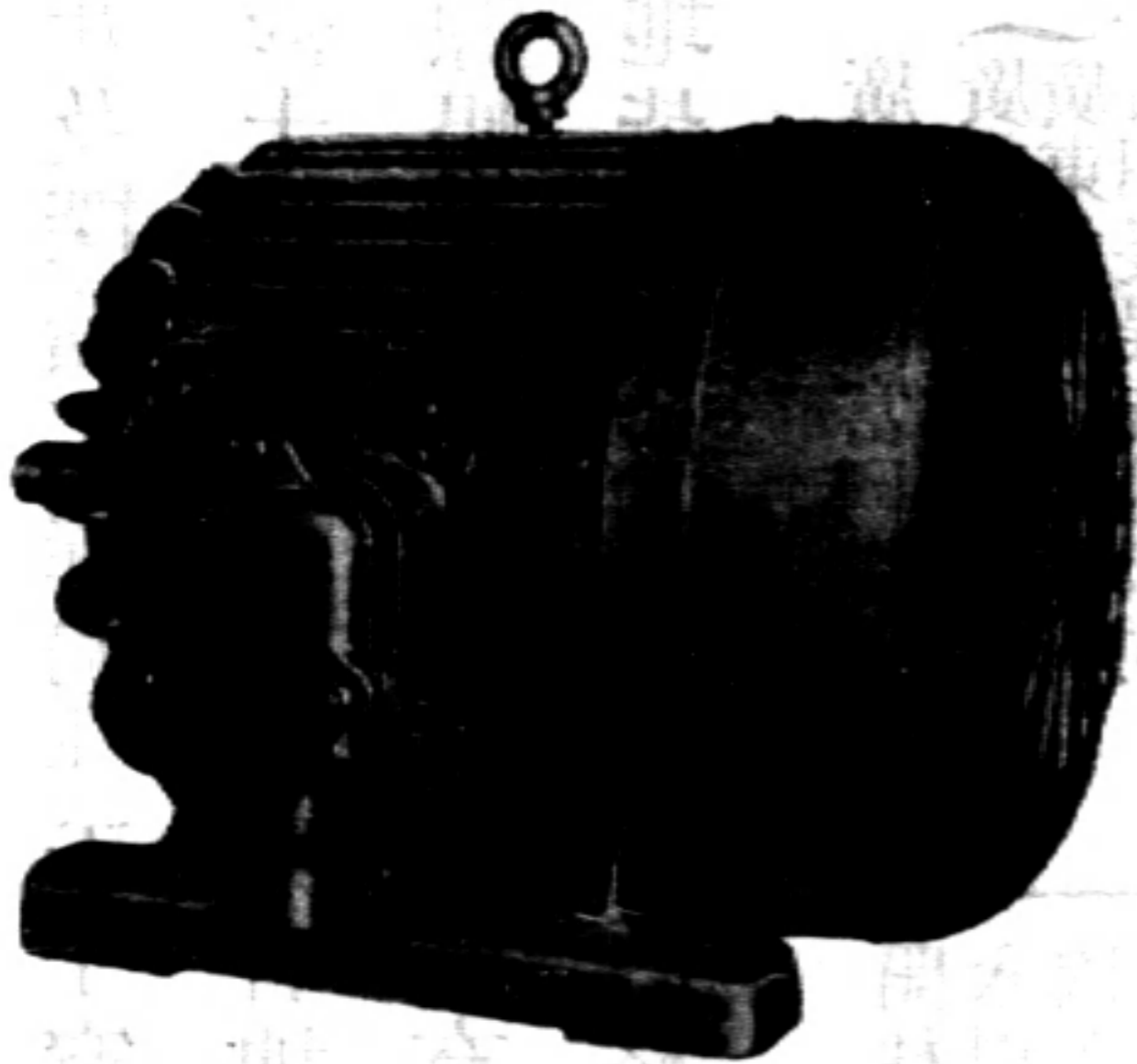
國產馬達担保使用

滑圈開啓式



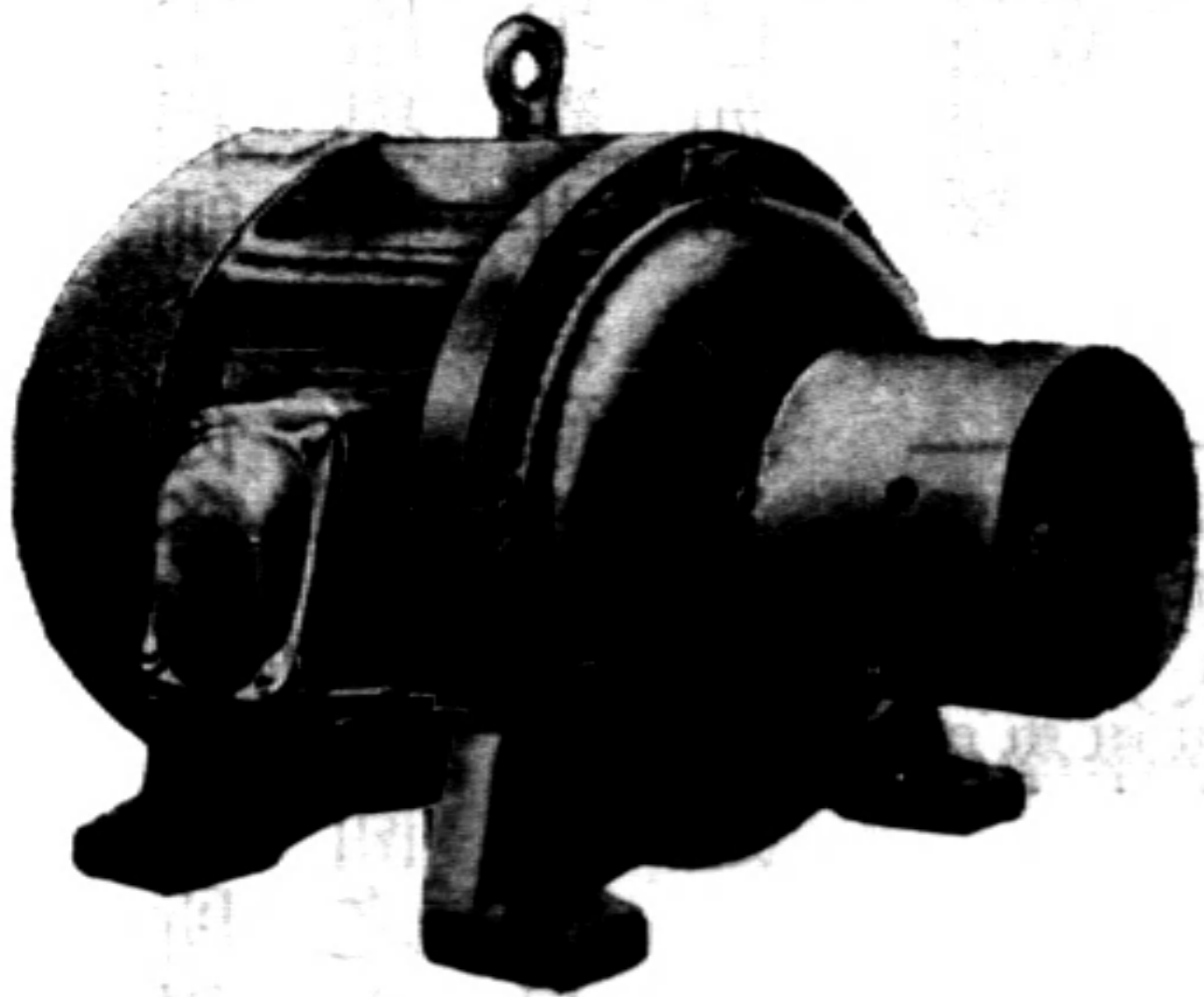
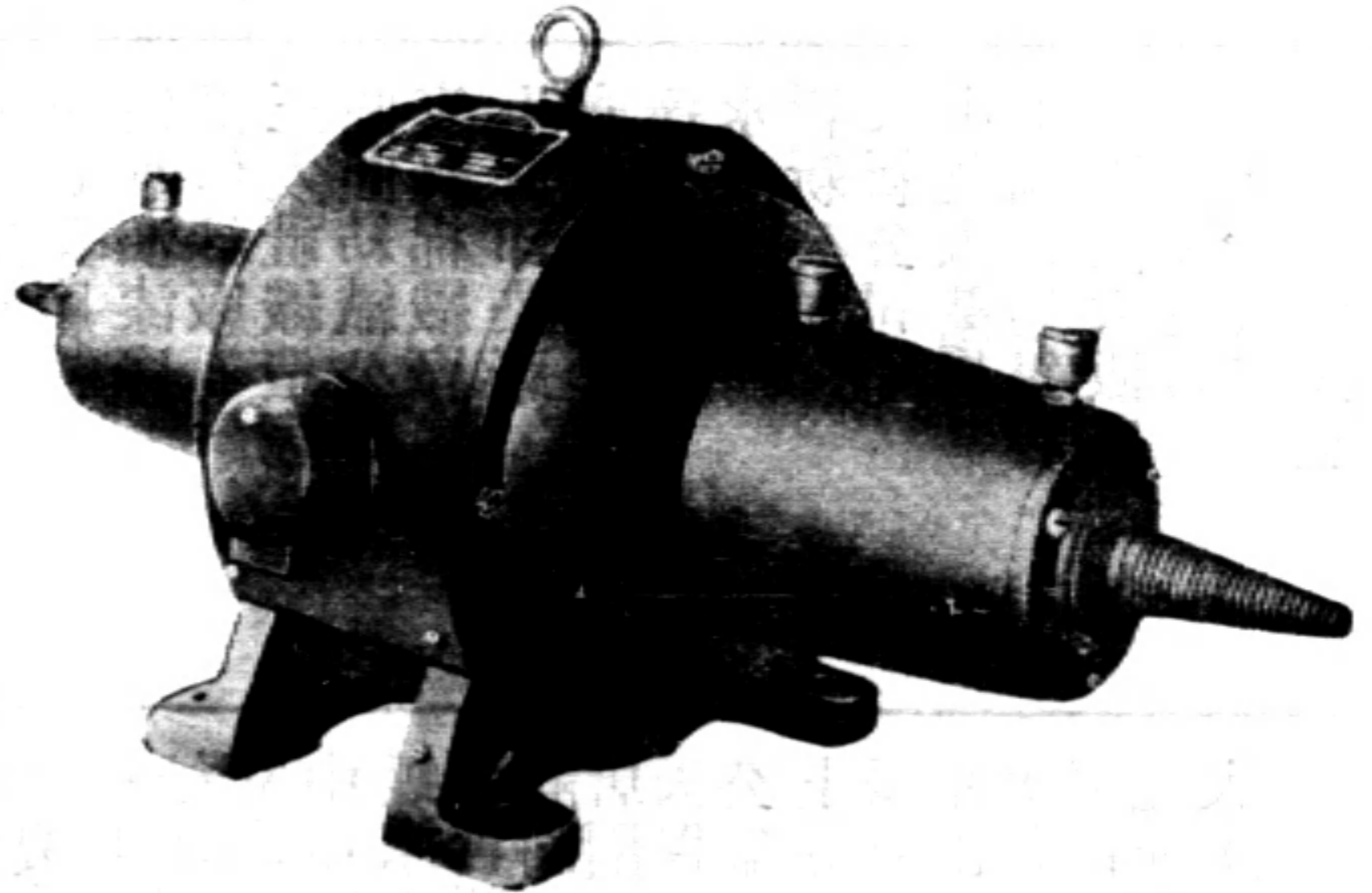
全封閉扇冷筒式

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

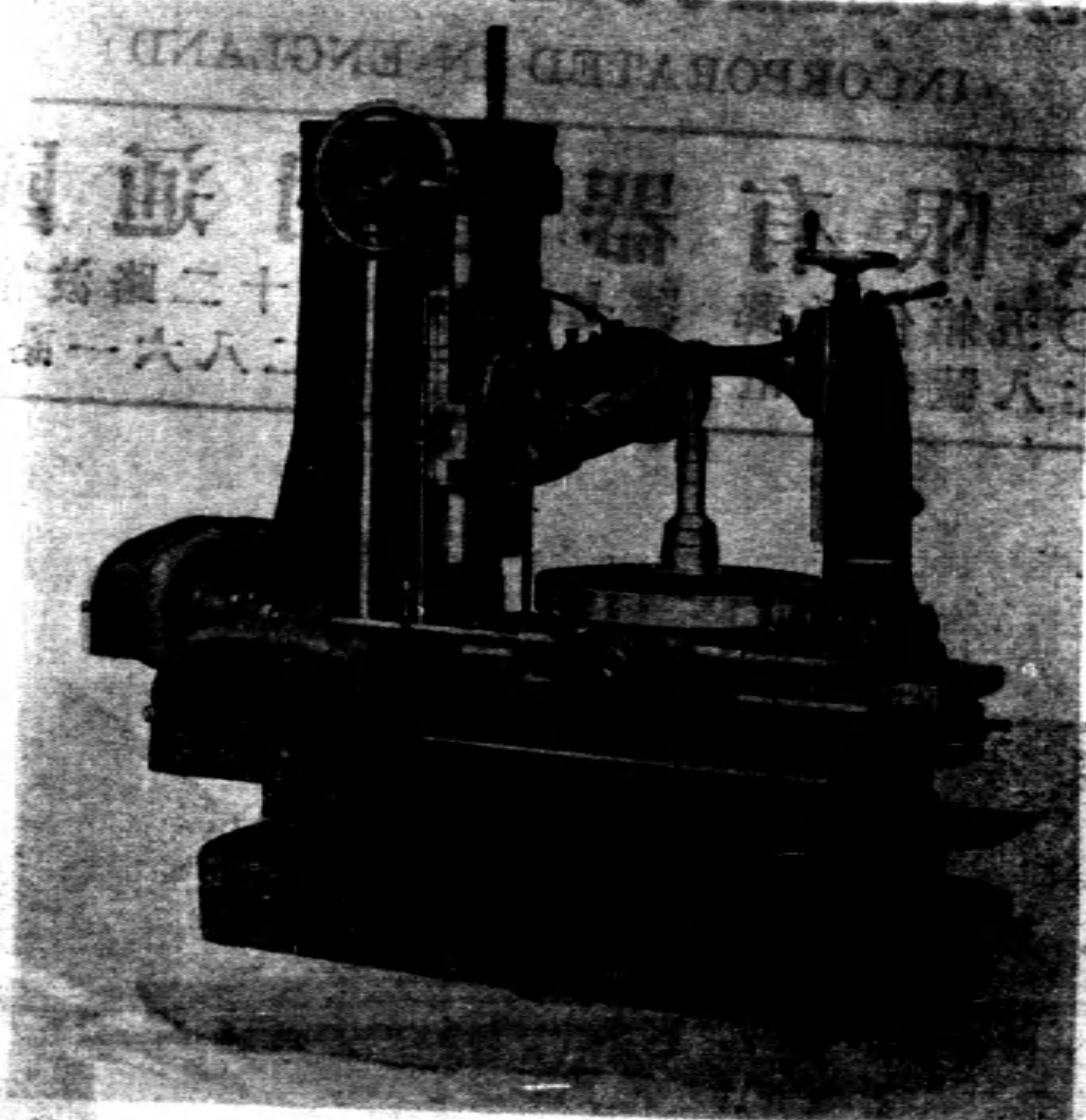
SIEMSEN & CO.
Importers-Engineers-Exporters
451 Kiangse Road
SHANGHAI



德商
上海海臣洋行

號一五四路西江

H. Pfäuter - Chemnitz
Gear Hobbing Machine Type RI



齒輪銑床
德國聯合機械工具廠
上海德商海臣洋行獨家經理

- | | |
|--|----------------------------|
| H. Pfäuter, Chemnitz | 各式特種高速專門割切齒輪用銑床。 |
| 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 | 各式鑽床，刨床。 |
| 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 | 地軸鑽床，帽釘，螺絲壓床。 |
| Hasse & Wrede, Berlin | 複式鑽床，自動鑽床，兵工廠機器。 |
| Eisenwerk Wülfel, 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., Plaueniv | 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

G.E.C.

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

(INCORPORATED IN ENGLAND)

代理處
漢口

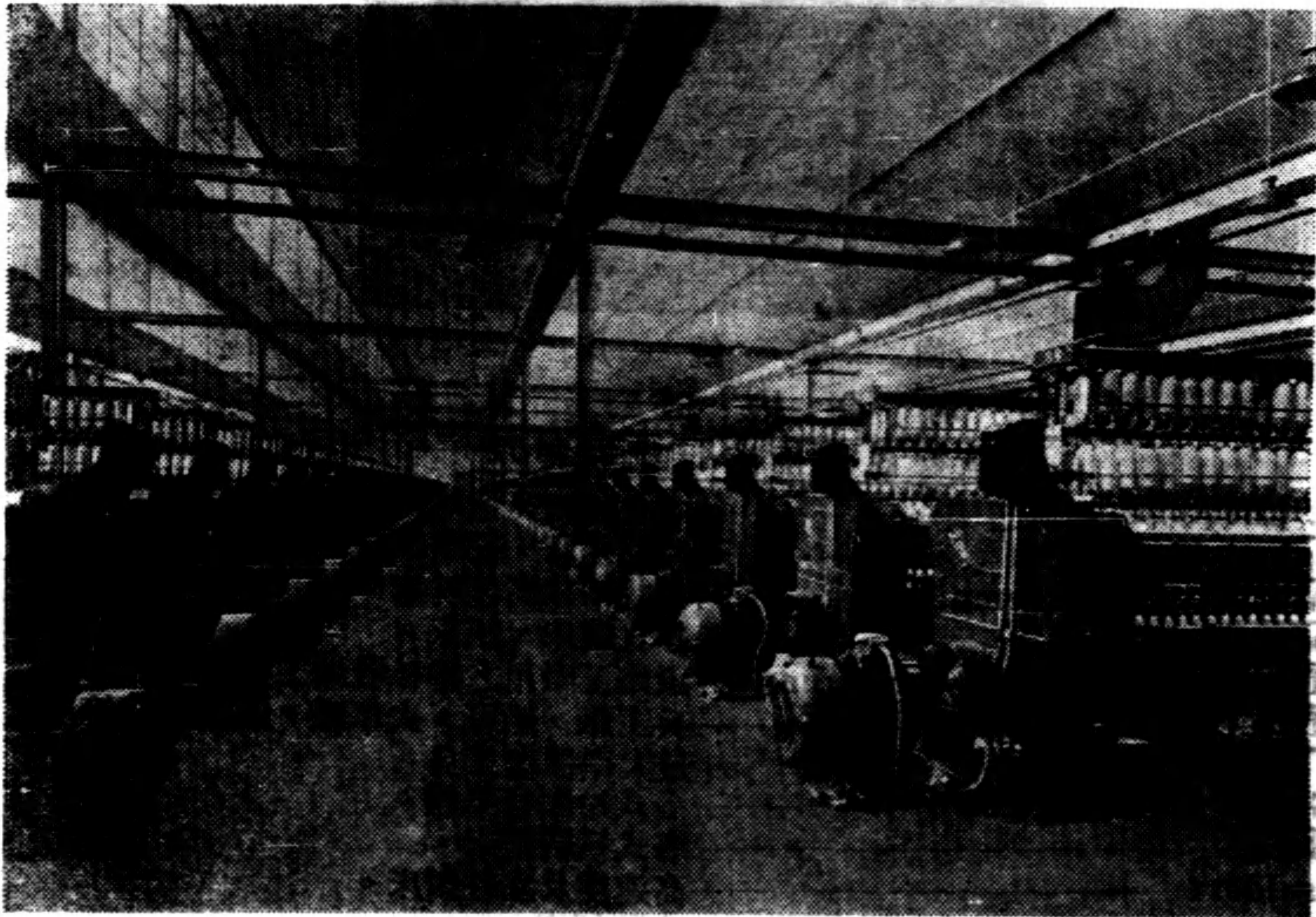
英國通用電器有限公司

分公司

郵政信箱三五〇三號
電報掛號八七二七

上海甯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

凡屬電器電料機電及電氣工程

無論巨細概能承辦倘荷賜顧毋任歡迎

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

為最佳最快燥之礬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

獨資企業歷史悠久

設有船塢之造船廠

製造總廠

浦東白蓮涇口

電話浦東十三號

上海

召遣旗幟

總工程師

海

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



公茂機器造船廠

平安船塢

創始於清光緒十四年

歷來成績

業務項目

現有設備

船塢壘所可容六〇呎長船

滑軌壘所可造三〇噸以上船

機械設備可造三〇呎左右船

造船台場可造三〇呎左右船

碼頭壘面可容江海輪船五艘

造船工程 造船工程

鍋爐工程 電機工程

電鉀工程 結構工程

曾造遠洋綫平安新平安輪壹艘

曾造申台綫大華輪壹艘

曾造甬甌綫平陽新寶華輪貳艘

曾造內河綫輪船多艘

重造申沙通揚揚寶華大通貳艘

重造川江淺水船長虹民聯貳艘

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

品出司公電瓷

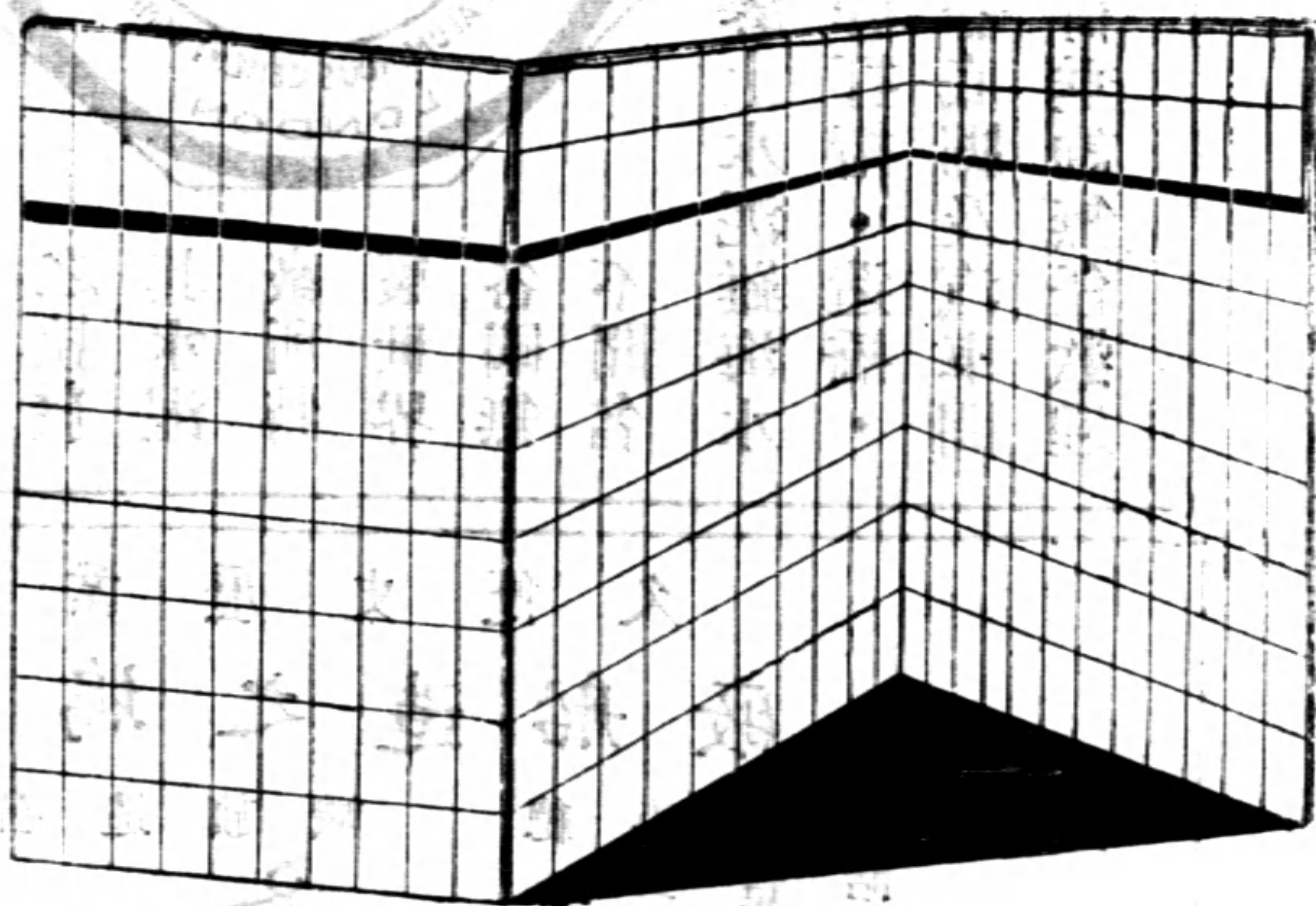
磚 牆 面 釉

所 務 事

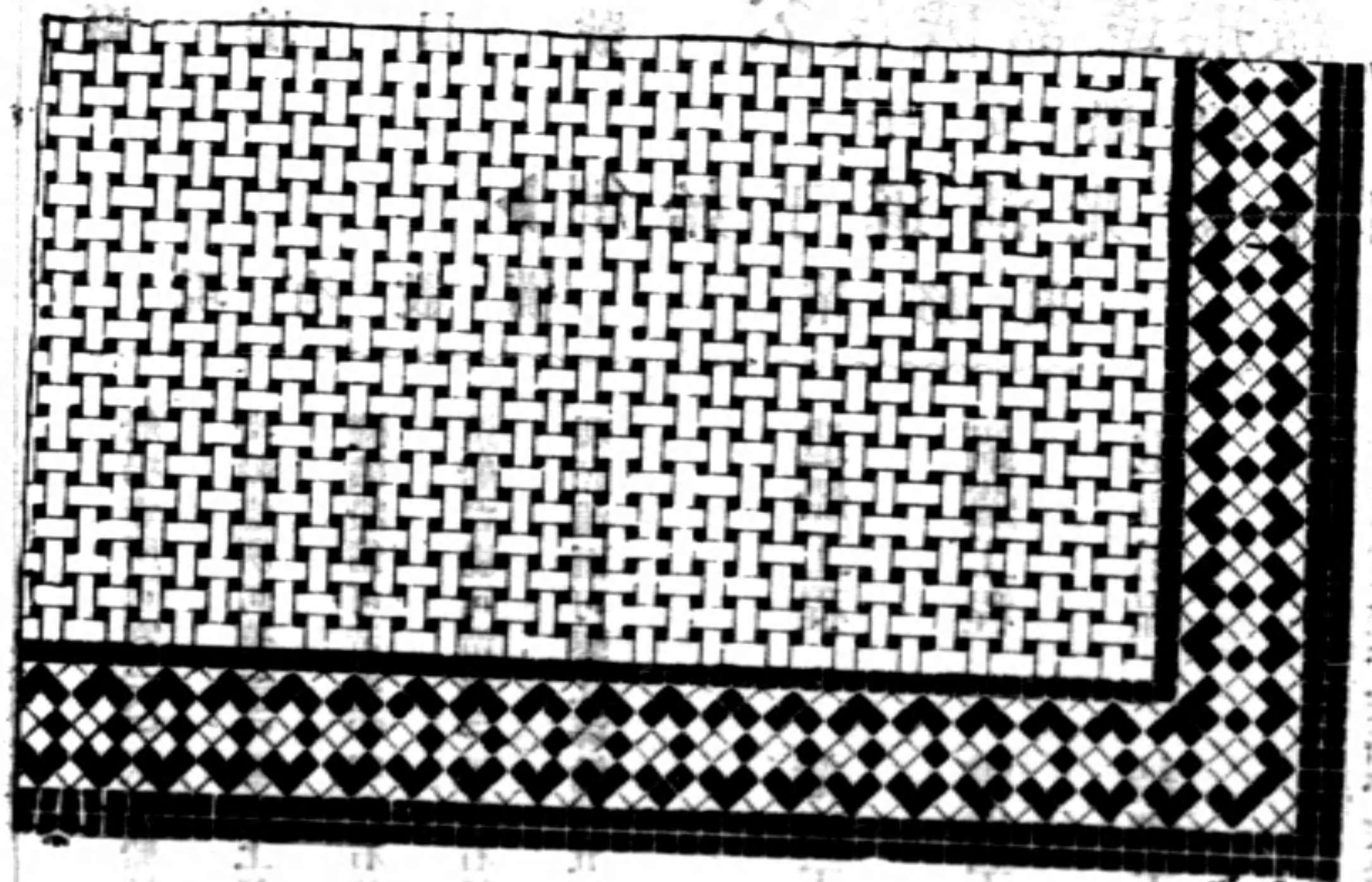
號九十八路州福海上

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

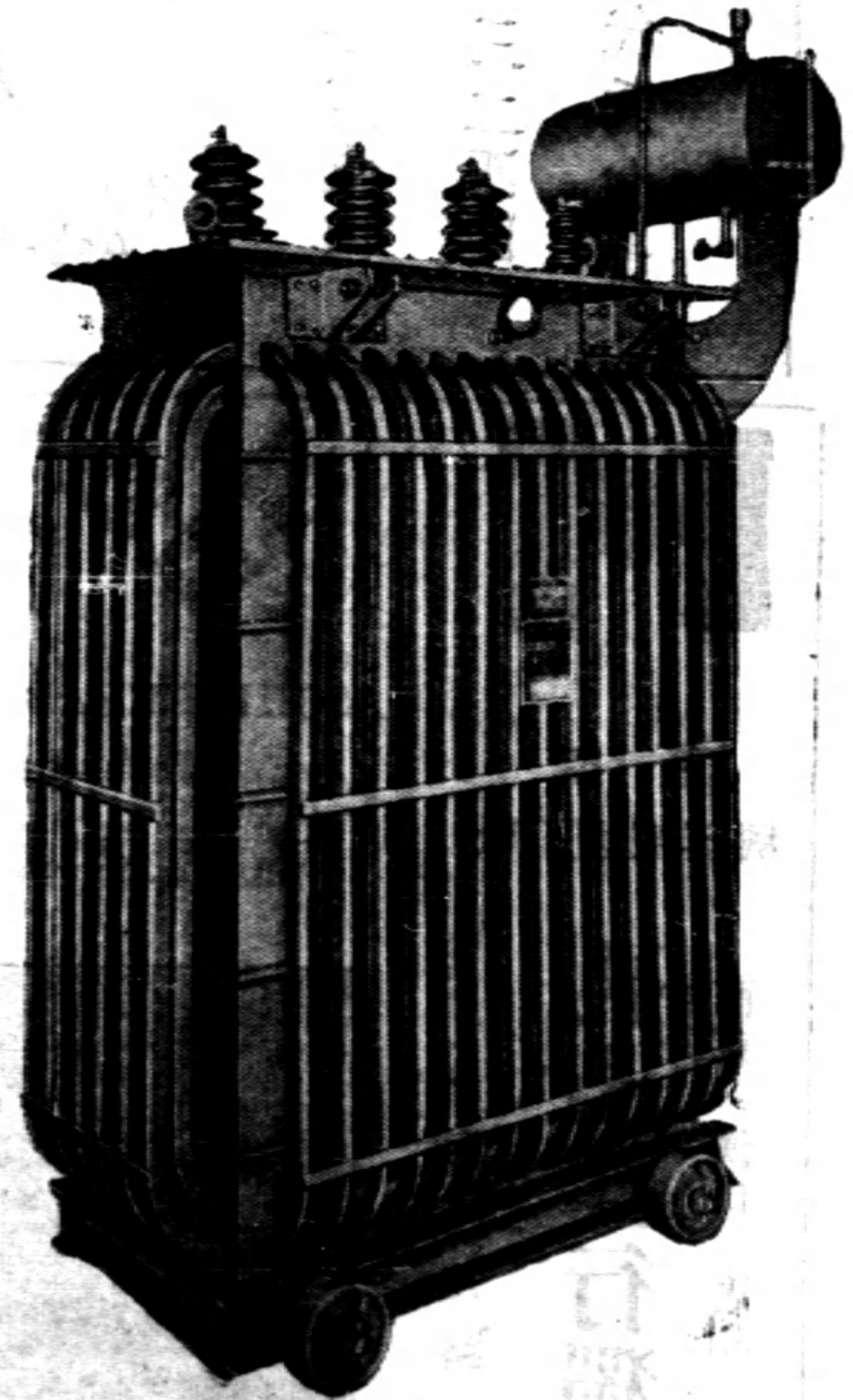
國貨 變壓器 出品頂目

電機類

各種變壓器
 直流交流配電板
 變壓器油濾清機
 高低壓瓷瓶
 高低壓隔離開關
 高低壓油開關
 各種電氣用瓷瓶
 高壓保險鉛絲
 電流限制表

瓷磚類

各種瑪賽克瓷磚
 3" X 6" 白色釉面牆磚
 3" X 6" 顏色釉面牆磚
 羅馬式美術瓷磚
 4" X 6" 銅精梯口磚
 6" X 6" 白色釉面牆磚
 6" X 6" 顏色釉面牆磚



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

上海泰記石棉製造廠

THE GREAT EASTERN ASBESTOS MFG. CO.

本廠可供給材料或代為包裝

電話本市三二四四

製造廠 南市車站路普益里內

品出要主

管 綉 鎂 棉 石
85% Magnesia Pipe Coverin

塊 綉 鎂 棉 石
85% Magnesia Block

粉 綉 鎂 棉 石
85% Magnesia Cement

絡 筋 棉 石
Asbestos Fibre

料 塗 棉 石
Asbestos Composition

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



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

喜 望
機器鐵鑄工廠

南京 漢口 廣州 瀋陽 哈爾濱

孔士洋行獨家經理

上海四川路一一〇號



孟阿恩廠製造
世界最大陸用內燃機
世界最大船用內燃機

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

聯合會主辦

新中工程股份有限公司

風冷式複級壓氣機



優點

最少地

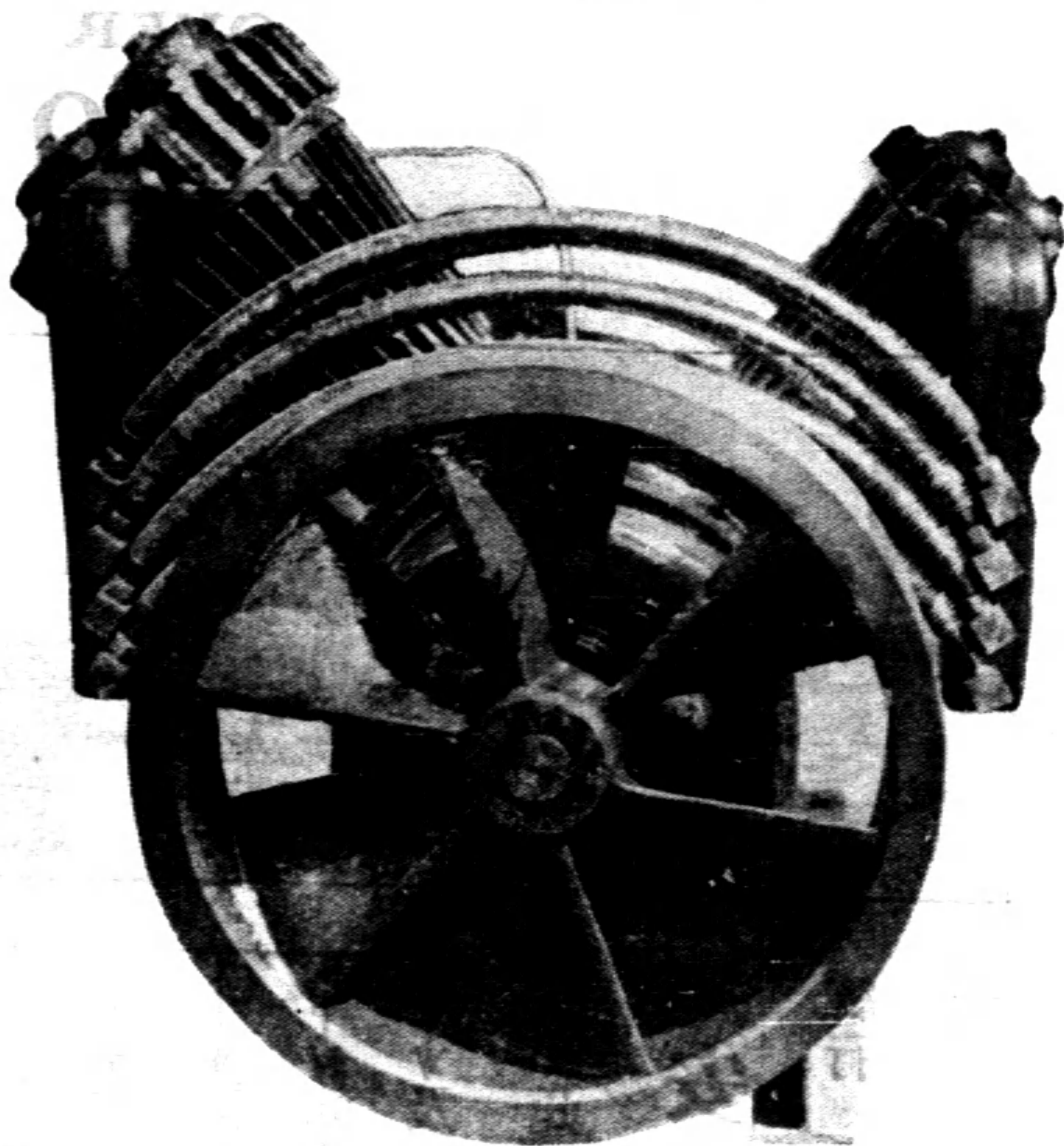
最省馬力

最低震動

最便管理

最上材料

最久耐用



事務所

上海江西路三七八號

電話 一〇九六二四

製造廠

上海開北寶昌路六三二號

電話開北四二二六七

電報掛號 九八二四



請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

鐵 鋼 煉 電 產 國

炭 素 鋼 高 錳 鋼 鉻 鎳 鋼 各 種 澆 鋼 軟 韌 馬 鐵 強 性 生 鐵 各 類 合 金

料 材 礦 路

廠 工 鐵 鋼 鑫 大

號 〇 三 七 路 浦 物 齊 浦 樹 楊 海 上

號 四 五 九 〇 五 話 電

「平面測量學」 本書係呂謹君所著，對於測量一學包羅萬有，無微不至，內容豐富，誠為研究測量學者及實地測量者之唯一參考書，全書五百餘面，每冊實價二元五角，另加寄費壹角五分。

「機車概要」 係本會會員楊毅君所編訂，楊君歷任平綏，北寧，津浦等路機務處長，廠長，段長等職，學識優良，經驗宏富，為我鐵路機務界傑出人才，本書本其平日經驗，參酌各國最新學識，編纂而成，對於我國現在各鐵路所用機車，客貨車，管理，修理，以及裝配方法，尤為注重，且文筆暢達，敘述簡明，所附插圖，亦清晰易讀；誠吾國工程界最新切合實用之讀物也。全書分機車及客貨車兩大篇三十二章，插圖一百餘幅，凡服務機務界同志均宜人手一冊。定價每冊一元五角八折，十本以上七折，五十本以上六折，外加郵費每冊一角。

「機車鍋爐之保養及修理」 本書係本會會員陸增祺君所編訂，陸君歷任北寧，隴海，浙贛等路職務多年，對於機車鍋爐方面，極有研究，書中要目凡四編，無不條分縷析，闡發靡遺，卷末附以規範書，俾資考證，鐵路機務同志，不可不讀，全書平裝一冊，定價壹元五角八折，十本以上七折，五十本以上六折，外加寄費每冊一角。

「鋼筋混凝土學」 本書係本會會員趙福靈君所著，對於鋼筋混凝土學包羅萬有，無微不至，蓋著者參考歐美各國著述，搜集諸家學理編成是書，對於此項工程之設計足資應付裕如，毫無困難矣。全書洋裝一冊共五百餘面，定價五元，外埠須加每部書郵費三角。

總發所行 上海南京路大陸商場五樓五四二號
中 國 工 程 師 學 會

中國工程師學會經售

戰時工程備要

本書係本會總編輯沈怡君譯自德國 Zahn, Pionier-Fibel, verlag "Offene Worte", Berlin 內容編製新穎，圖解明晰，蓋本書彼邦軍事專家所新編，以供工程界戰時之參攷。今國難益亟，着此譯本，足資借鑑，每冊布面精裝六角，紙面五角，另加寄費一角一分，茲將目錄照錄於下：

戰時工程備要目錄

第一編	野戰	築橋	城裝	工炮	事火	之之	設厚	備度	表
第一編	河	築橋	城裝	工炮	事火	之之	設厚	備度	表
第二編	河	築橋	城裝	工炮	事火	之之	設厚	備度	表
第二編	河	築橋	城裝	工炮	事火	之之	設厚	備度	表
第三編	炸	築橋	城裝	工炮	事火	之之	設厚	備度	表
第三編	炸	築橋	城裝	工炮	事火	之之	設厚	備度	表
第四編	礮	築橋	城裝	工炮	事火	之之	設厚	備度	表
第四編	礮	築橋	城裝	工炮	事火	之之	設厚	備度	表

中國工程師學會編印
中國工程紀數錄
 民國26年一第1版

- | | | |
|------|----------|-------|
| 1.鐵道 | 5.電信 | 9.化工 |
| 2.公路 | 6.機械 | 10.教育 |
| 3.水利 | 7.航空及自動機 | 11.雜項 |
| 4.電力 | 8.鑛冶 | 12.附錄 |

定價每冊六角
 郵費：每冊國內5分國外30分

中國工程師學會印行
工程單位精密換算表

張延祥編製 吳承洛校訂
 共12表 有精密蓋氏對數

- | | | |
|------|-------|-------|
| 1.長度 | 5.速率 | 9.流率 |
| 2.面積 | 6.壓力 | 10.長重 |
| 3.容積 | 7.能與熱 | 11.密度 |
| 4.重量 | 8.工率 | 12.熱度 |

編制新穎，篇幅寬大，宜釘牆上。
 定價：每張5分10張35分。
 100張2.50元，郵費外加。



介紹夏令避暑休養勝地

莫干山鐵路旅館

青陽港鐵路花園飯店

氣候涼爽 環境清幽

房租低廉 供應週到

預定房間請向就近車站接洽

(本路除上開兩處外並無自辦之飯店旅館敬祈公眾注意)



京滬滬杭甬鐵路管理局啟

隴海鐵路簡明行車時刻表

民國二十四年十一月三日實行

站名	車次	特別快車			混合列車	
		1	3	5	71	73
上行	連雲浦			10.00		
	大浦				8.20	
	新浦			11.46	9.01	
	徐州	12.40		19.47	18.25	19.05
	商邱	17.18				1.36
	開封	21.36	14.20			7.04
	鄭州南站	23.47	16.17			9.44
	洛陽東站	3.51	20.23			16.33
	陝州	9.20				0.09
	靈寶	10.06				1.10
	潼關	12.53				5.21
	渭南	15.37				8.59
	西安	17.55				12.15
下行	西安	0.30				8.10
	渭南	3.15				11.47
	潼關	6.36				15.33
	靈寶	9.09				18.56
	陝州	10.30				20.27
	洛陽東站	16.30	7.36			4.11
	鄭州南站	20.50	11.51			10.27
	開封	22.59	13.40			13.12
	商邱	3.02				18.50
	徐州	7.10		8.53	10.30	0.15
	新浦			16.48	20.04	
	大浦			←	20.30	
	連雲浦			18.25		

本路13次與平漢23次在鄭州相聯接
 本路12次與平漢22次在鄭州相聯接
 本路11次與平漢21次在鄭州相聯接
 本路10次與平漢20次在鄭州相聯接
 本路9次與平漢19次在鄭州相聯接
 本路8次與平漢18次在鄭州相聯接
 本路7次與平漢17次在鄭州相聯接
 本路6次與平漢16次在鄭州相聯接
 本路5次與平漢15次在鄭州相聯接
 本路4次與平漢14次在鄭州相聯接
 本路3次與平漢13次在鄭州相聯接
 本路2次與平漢12次在鄭州相聯接
 本路1次與平漢11次在鄭州相聯接

正太鐵路簡明行車時刻表

民國25年3月28日實行

車站距離公里	石家莊至各站三等票價	車次						太原站至各站三等票價	太原站至各站	太原站至各站						
		101 榆太區間各等客車	7 石太混合客車	3 石太普通客車	241 石獲區間三等客車	1 石太快車	261 石獲區間三等客車									
0	0		7.26	8.03	8.34	11.27	15.00	14.27	16.03	21.05	22.02	256 獲石區間三等客車	8 石太混合客車	102 各等客車	6 太石普通客車	243
17	0.30		8.10	8.33	9.07	11.50	15.36	13.57	15.37	20.33	21.33				6.54	227
44	0.70		9.48	9.36		12.35			14.44		20.08				5.24	199
57	0.90		10.51	10.04		12.58			14.24		19.38				4.54	186
74	1.15		12.08	10.56		13.48			13.45		18.45				3.56	169
121	1.85		16.08	12.48		15.30			12.08		16.41				1.57	122
161	2.45		19.08	14.46		17.25			10.42		13.54				0.13	93
218	3.30		21.13	16.37		19.06			8.30		10.50				21.18	26
243	3.65		22.00	17.18		19.38			7.45		9.52				20.16	0

榆谷支線

距公里	車次						三票等價
	2001 混合各等	2003 混合各等	2005 混合各等	2002 混合各等	2004 混合各等	2006 混合各等	
36	8.40	16.46	21.20	8.20	12.40	20.50	0.55
	9.45	17.51	22.25	7.12	11.32	19.42	

時刻係廿四小時制 除終點站外 均為開行時刻

注意

各等票價比例	臥車床位票價
二等票價係三等票價之二倍	頭等每夜下舖 4.50元
頭等票價係三等票價之三倍	二等每夜 { 下舖 3.00元 上舖 2.50元

SKF

鋼珠軸領

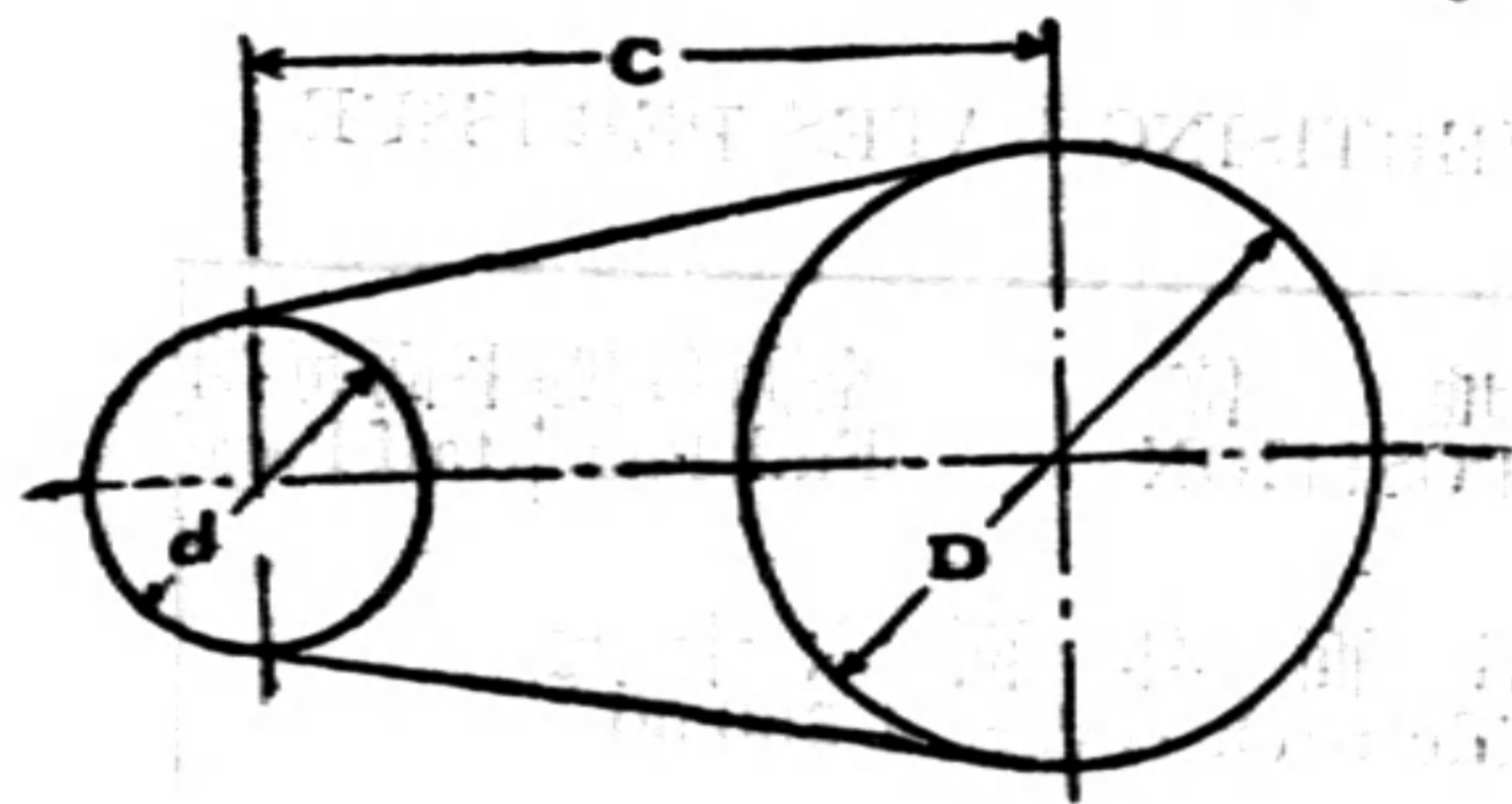
羅勒軸領

上海維昌洋行經理

江西路一七〇號

電話一一三三〇

索角三皮繩中之距離



如何計算三角皮繩中之距離

請向上海四川路禮和洋行

索取「滿載」三角皮繩計算法

禮和洋行

五金橡皮部

上海四川路六七〇號

電話一一〇三〇

本行辦自法



"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"

▲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
風箱·陸用與船用狀瑞爾引擎·器
鐵鑄造冰機器·空氣調節設備·麥
克齒輪等·

蘇爾壽 工程事務所

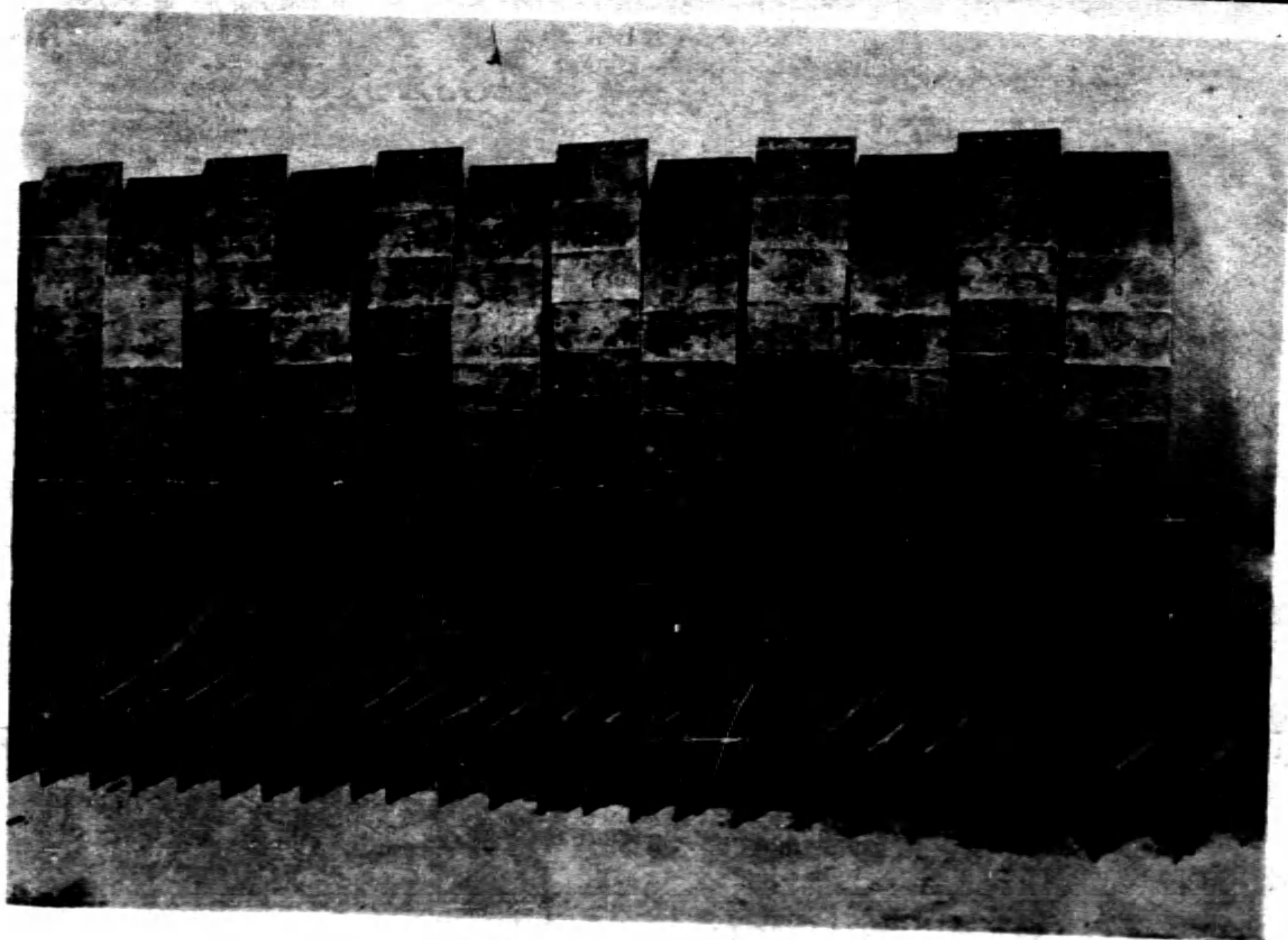
上海愛多亞路三十四號



Sulzer Refrigerating Plant (2X270000 cal./h. at -13°+40°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
每小時各能發二七〇〇〇〇熱量

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