

年

卷

期

10

4

第

第

7 AUG 1935

E/

要目

內燃機利用WALKER循環之裝置

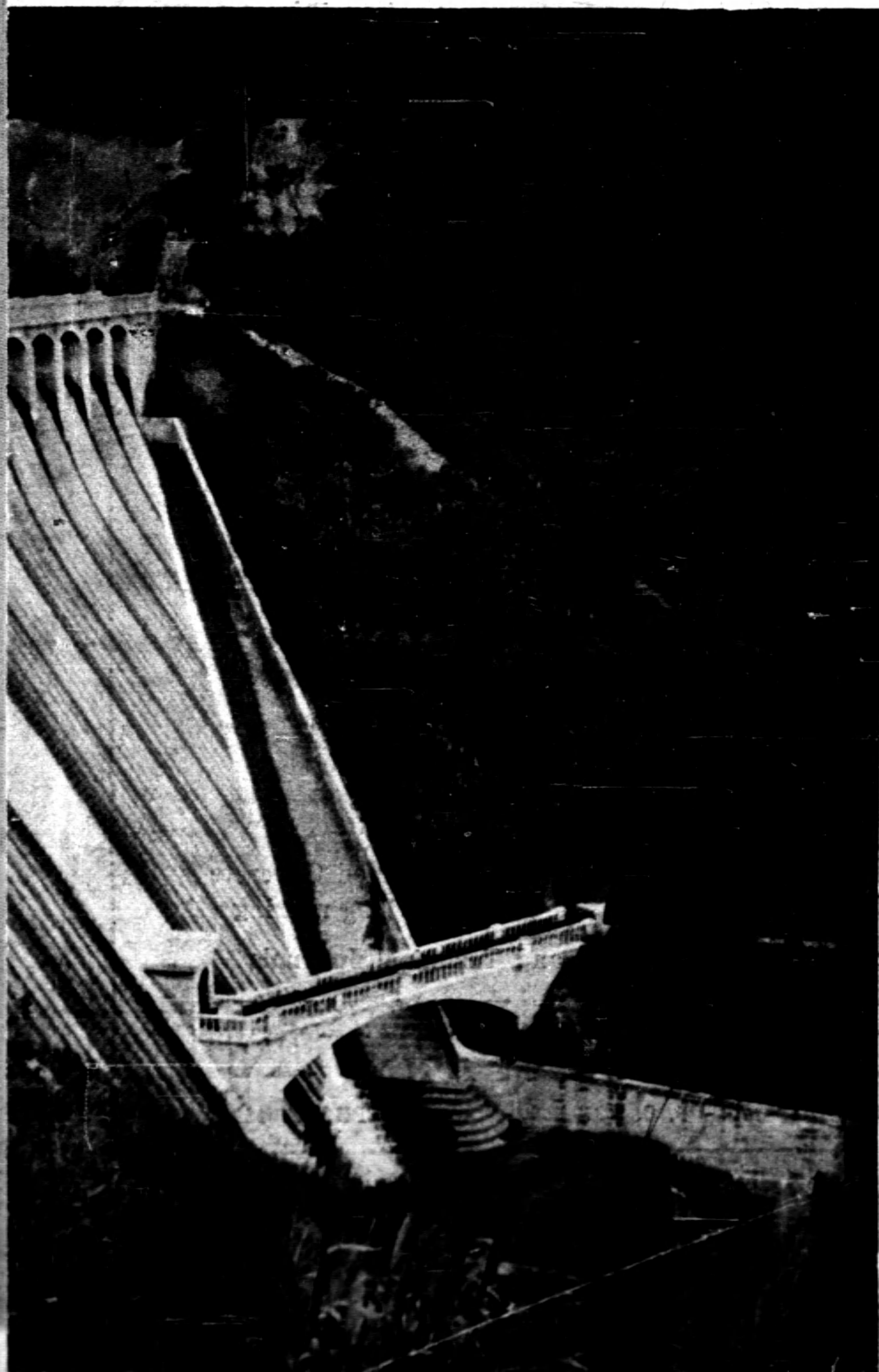
香港之給水工程

芝加哥之活動橋

防空與城市設計

工程

港給水工程之一部——九龍副池之堤及出水管下端連通濾水池↓



第十卷第四號



二十四年八月一日



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 立興快燥水泥為法



屬印 度支 那海 防之 拉發 其水 泥廠 所特

製世界各國無不聞名 為最佳最快燥之礬土水泥雖海水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

STANDARD ENGINEERING HANDBOOKS

Agents for

McGRAW-HILL BOOK COMPANY AND McGRAW-HILL PUBLISHING COMPANY

Catalogue sent on request

We carry in stock a large and varied selection of books on all engineering subjects:

- | | | |
|----------------------|-------------------|---------------------|
| Architecture | Chemistry | Mechanics |
| Agriculture | Civil Engineering | Metallurgy |
| Aviation | Electrical Eng. | Reinforced Concrete |
| Business & Economics | Mining | Radio Engineering |

Subscriptions accepted for Engineering and Technical Journals

CHINESE AMERICAN PUBLISHING COMPANY

78 NANKING ROAD, SHANGHAI - - - - P. O. BOX 256 - - - - TELEPHONE 16844

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

中國工程師學會會刊

編輯：

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

工 程

總編輯：胡樹楫

編輯：

蔣易均 (機械)
 朱其清 (無線電)
 錢昌祚 (飛機)
 季 傲 (礦冶)
 黃炳奎 (紡織)
 宋學勤 (校對)

第十卷第四號

目 錄

內燃機利用 Walker 循環之裝置.....	田新亞	309
香港之給水工程.....	王 瑋	314
芝加哥之活動橋.....	林同棧	348
防空與城市設計.....	胡樹楫(譯)	356
✓鋼筋混凝土公路橋梁式樣之選擇.....	稽 銓(述)	368
✓樓面成階段式之房屋.....	胡樹楫(譯)	381
✓建築深水橋基新法.....	劉峻峯(譯)	388
✓巴黎亞歷山大第三橋橋墩之計算.....	魏秉俊	391

中國工程師學會發行

分售處

上海四馬路現代書局
 上海四馬路中華書局
 上海四馬路作者書社
 上海四馬路生活書店
 上海四馬路上海書社
 上海愛多亞路中華書局服務處
 上海徐家匯蘇新書社
 天津大公報社

南京太平路正中書局南京發行所
 南京太平路花牌樓書店
 濟南芙蓉街教育圖書社
 南昌民德路科學儀器館南昌發行所
 太原柳巷街同仁書店
 昆明市西華大街雲嶺書店
 重慶天主堂街重慶書店
 廣州永漢北路上海書社廣州分店

本刊徵稿啓事

本刊現感稿件缺乏，尤以關於土木工程以外之文字爲甚。切盼本會同人暨工程界同志以平日研究調查或服務經驗所得，各省市建設機關以實際工作狀況，撰成有系統之論著報告，源源惠寄，以光篇幅。此外國外工程論著之譯稿，具有新穎性或趣味性，堪供工程界研究參考者，以及國內外工程新聞，工程雜俎等小品文字，本刊亦竭誠歡迎。稿件請逕寄上海市中心區工務局胡賚予收，不必由中國工程師學會轉交，以免週折。茲將投稿簡章附後：

工程雜誌投稿簡章

- 一 本刊登載之稿，概以中文爲限。原稿如係西文，應請譯成中文投寄。
- 二 投寄之稿，或自撰，或翻譯，其文體，文言白話不拘。
- 三 投寄之稿，望繕寫清楚，並加新式標點符號，能依本刊行格繕寫者尤佳。如有附圖，必須用黑墨水繪在白紙上。
- 四 投寄譯稿，並請附寄原本。如原本不便附寄，請將原文題目，原著者姓名，出版日及地點，詳細敘明。
- 五 稿末請註明姓名，字，住址，以便通信。
- 六 投寄之稿，不論掲載與否，原稿概不檢還。惟長篇在五千字以上者，如未掲載，得因預先聲明，並附寄郵費，寄還原稿。
- 七 投寄之稿，俟掲載後，酌酬本刊。其尤有價值之稿，從優議酬。
- 八 投寄之稿，經掲載後，其著作權爲本刊所有。
- 九 投寄之稿，編輯部得酌量增刪之。但投稿人不願他人增刪者，可於投稿時預先聲明。
- 十 (略)

內燃機利用 Walker 循環之裝置

田新亞

W. J. Walker 氏發表其所發明之熱力循環(Cycle)於 1920 年,同時刊載於倫敦工程雜誌及英國工程學會會刊,即今稱為 Walker 循環者。其循環實總集各循環之大成,故能兼具其他諸循環之優點,理論上效率之高,實為已有熱力循環中之冠。Walker 循環包括六個變化 (Processes), 計等積者二,等壓者二,等熵者二。其理想之 P-V 圖及 T-φ 圖如圖 (1)。

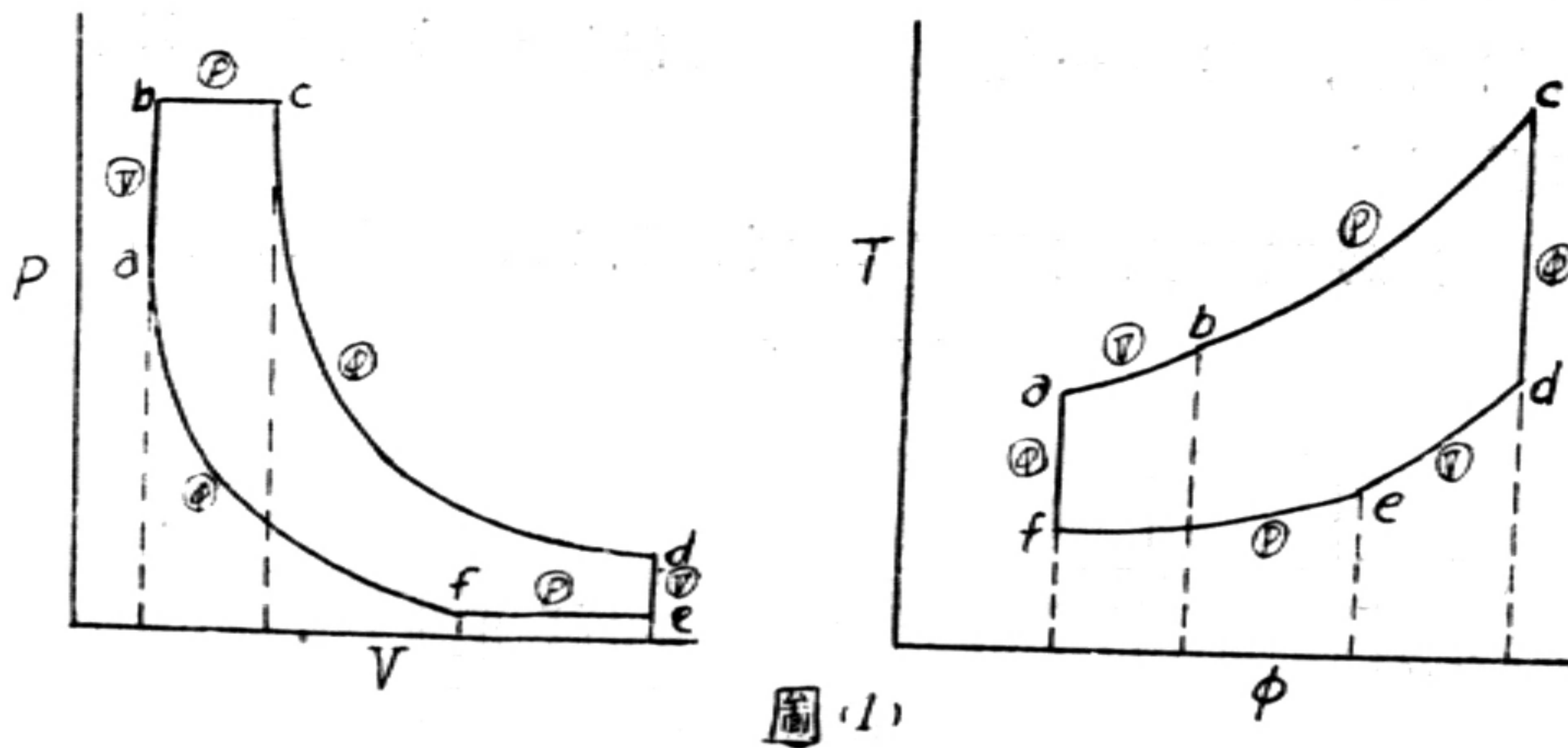


圖 (1)

其理想效率公式為

$$e_i = 1 - \frac{1}{r_a^{r-1}} \left\{ \frac{X r_c^r}{Z^{r-1}} - Z + r(Z-1) \right\} / \left\{ X - 1 + rX(r_c - 1) \right\}$$

式中 r 為工作流體等積比熱與等壓比熱之比 $\left(\frac{C_v}{C_p}\right)$,

$r_a (= \frac{V_f}{V_a})$ 爲絕熱變化比,

$r_c (= \frac{V_c}{V_b})$ 爲停汽比 (Cut off ratio),

$X (= \frac{P_b}{P_a})$ 爲等積燃燒之壓力比,

$Z (= \frac{V_e}{V_f})$ 爲等壓燃燒之體積比。

如式中 $X = 1, Z = r_c$; 卽爲 Brayton 循環之效率公式,

$r_c = 1, Z = 1$; 卽爲 Otto 循環之效率公式,

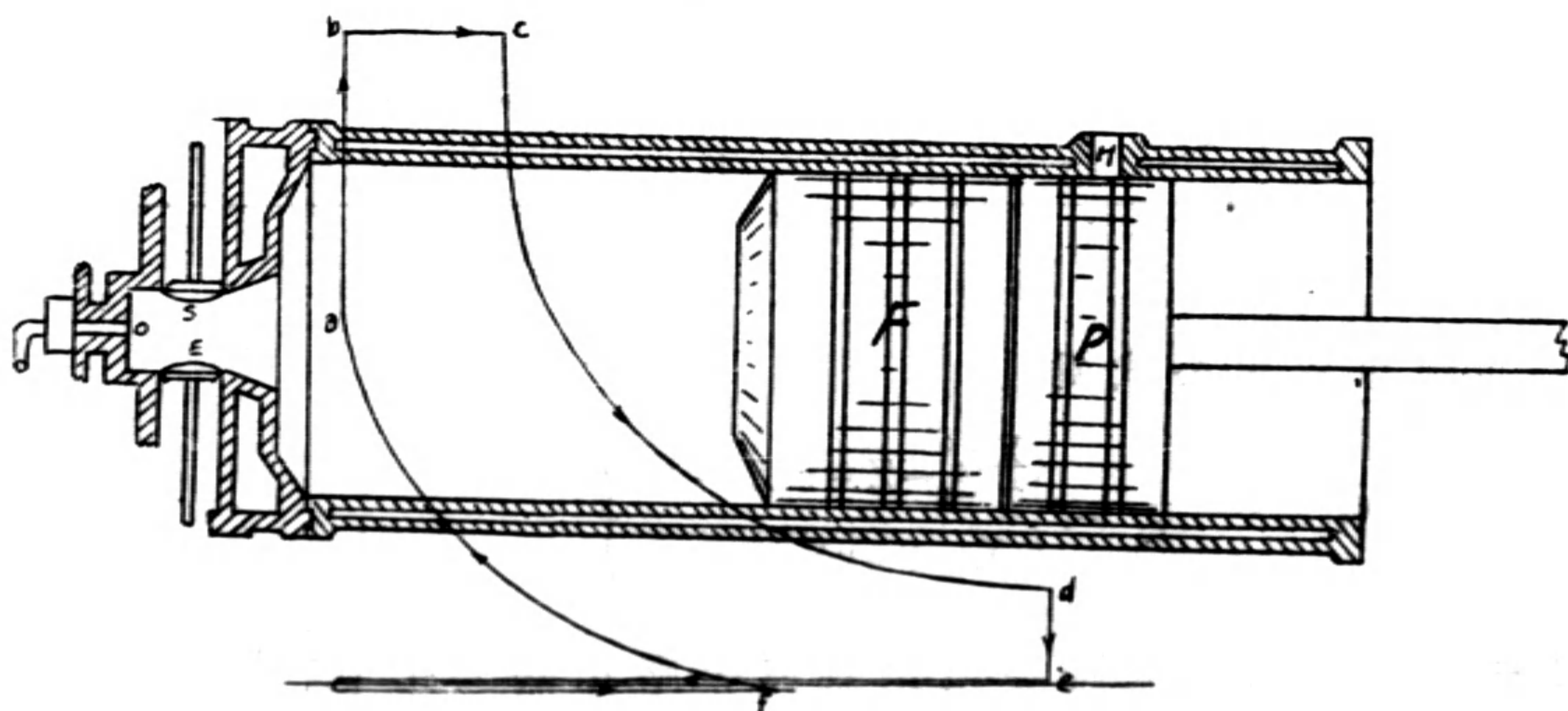
$X = 1, Z = 1$; 卽爲 Diesel 循環之效率公式,

$Z = 1$, 卽爲 Semi-Diesel 循環效率公式。

Walker 循環既包括 Diesel 與 Semi-Diesel 循環,將來付諸應用時,定爲內燃機中之油機 (Oil Engine),可敢斷言。且其燃油之注入氣缸,與 Semi-Diesel 須完全相同。——分兩次注入,或一次注入而使經過特設之噴嘴 (Nozzle),方可達到等積與等壓二種燃燒情形。就大體言之,此機與 Semi-Diesel 油機極相彷彿,其不同者,僅須增加機械設備,使其多一變化,質言之,卽燃燒後之膨脹 (Expansion) 使之加長而已。

圖 (2), 爲理想上利用 Walker 循環之油機裝置略圖。

圖 (2)

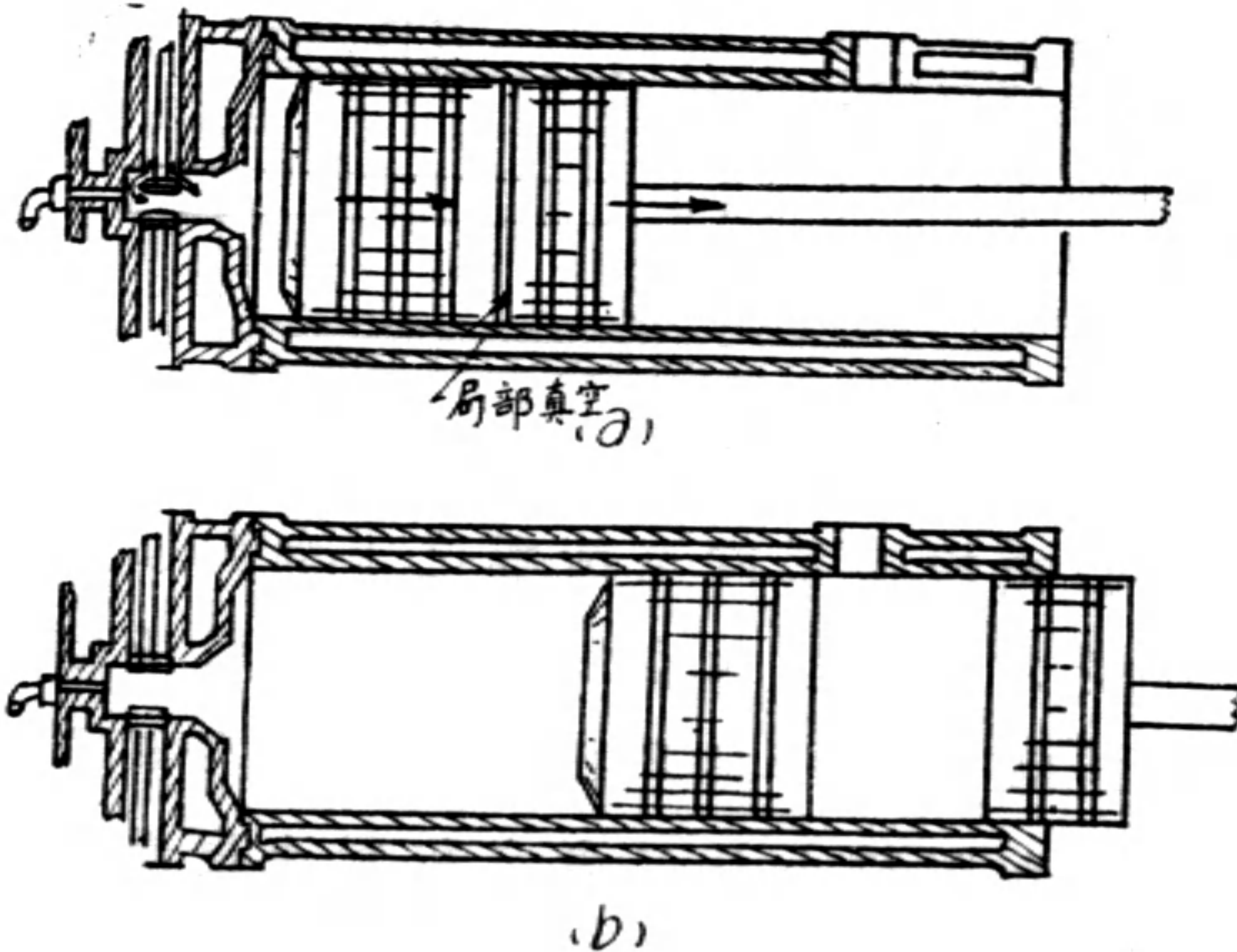


圖中 F 爲一與其他機器構結不相聯接之霧輪(Piston),因其動作不受任何機器構結之直接牽制,特名之曰「自由霧輪」(Free Piston)。H 爲洞孔,亦爲此機之新設置,用作分離自由霧輪 F 及普通霧輪 P 者。其他部分與常用之油機毫無區別。S 爲進氣門, E 爲排氣門, O 爲注油門。

茲將其四衝程循環中各衝程之情形分述於下。

(一)吸入衝程 (Suction Stroke) —— 吸入衝程之前,自由霧輪 F 與普通霧輪 P 相銜接,均在氣缸之極左端,如圖(3).(a),此時入氣門開, P 向右行,理想中 P 及 F 與氣缸之縫隙均由脹圈及潤滑油堵塞嚴密,毫不洩氣。當 P 右行時, P 與 F 間生成局部真空,由於大氣壓力推 F 隨 P 右行,迨 P 之左端行經 H 孔時, P 與 F 間之局部真空爲大氣所破壞,雖 P 仍前進如故,而 F 即留滯於 H 孔旁。距孔之遠近,視真空之容積而定。如圖(3).(b)。

圖 (3)

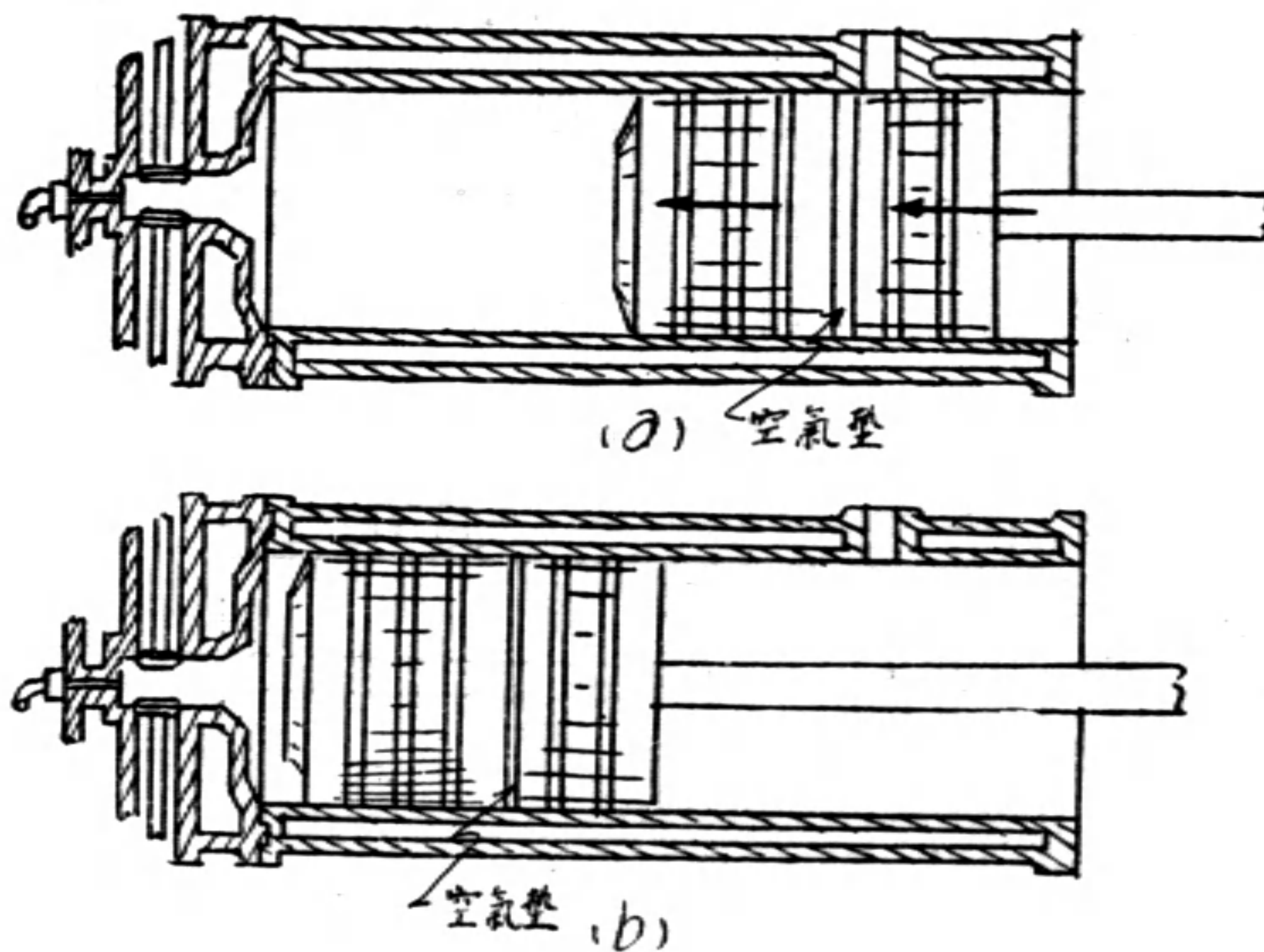


(二)壓縮衝程 (Compression Stroke) —— P 行至極右端吸入衝程完成。第一次回行時,入氣門關閉,壓縮衝程開始,而此時壓縮實未開始, P 在 H 孔之右方時 F 與 P 間之空氣由 P 推之經 H 孔外出,直至 P 之左端經過 H 孔,空氣之出路堵塞,一小部空氣即存在於

F 與 P 之間。F 右端距孔沿之遠近，即真空生成時 P 向右行之距離。由於此項結果，使 P 回行而遇 F 時，其間介以空氣。P 雖推 F 開始壓縮，二者實未直接接觸，其間實有一空氣墊 (Air Cushion)，可無碰擊之慮。如圖 (4).(a) 及圖 (4).(b) 所示。

(三) 動力衝程 (Power Stroke)——P 推 F 至極左端時，燃油注入，由於壓縮空氣之溫度已升高，兼之其他點火設備 (ignition)，燃油即以體積變化燃燒 (或第一次注入燃油)。其燃燒所生之動力，推 F 及 P 復向右行，如圖 (5).(a)，繼以等壓燃燒 (或第二次注入燃油)，

圖 (4)



而後使工作流體繼續膨脹，直至衝程之末，如圖 (5).(b)，須注意者，燃燒之後，F 所受之壓力較大，空氣墊之厚度因受壓力而減薄，亦即 F 與 P 間之距離極近，P 與 F 行經 H 孔時空氣逃出，F 與 P 相嚙接，然因其間之距離較小，且二者之相對速度幾相等，衝擊力亦極輕微。圖 (5).(b) 即示在動力衝程之末時 F 與 P 相吻合之情形。

(四) 排氣衝程 (Exhaust Stroke)——P 與 F 二次回行，出氣門開，P 推 F 向左行，推已燃氣體外出。如圖 (6).(a)。至氣缸之極左端時，排氣衝程完成，而 F 與 P 恢復其吸入衝程前之位置，如圖 (6).(b)。

上述裝置，不完全之處較多，現在情形距實用相差亦遠，而尤

圖 (5)

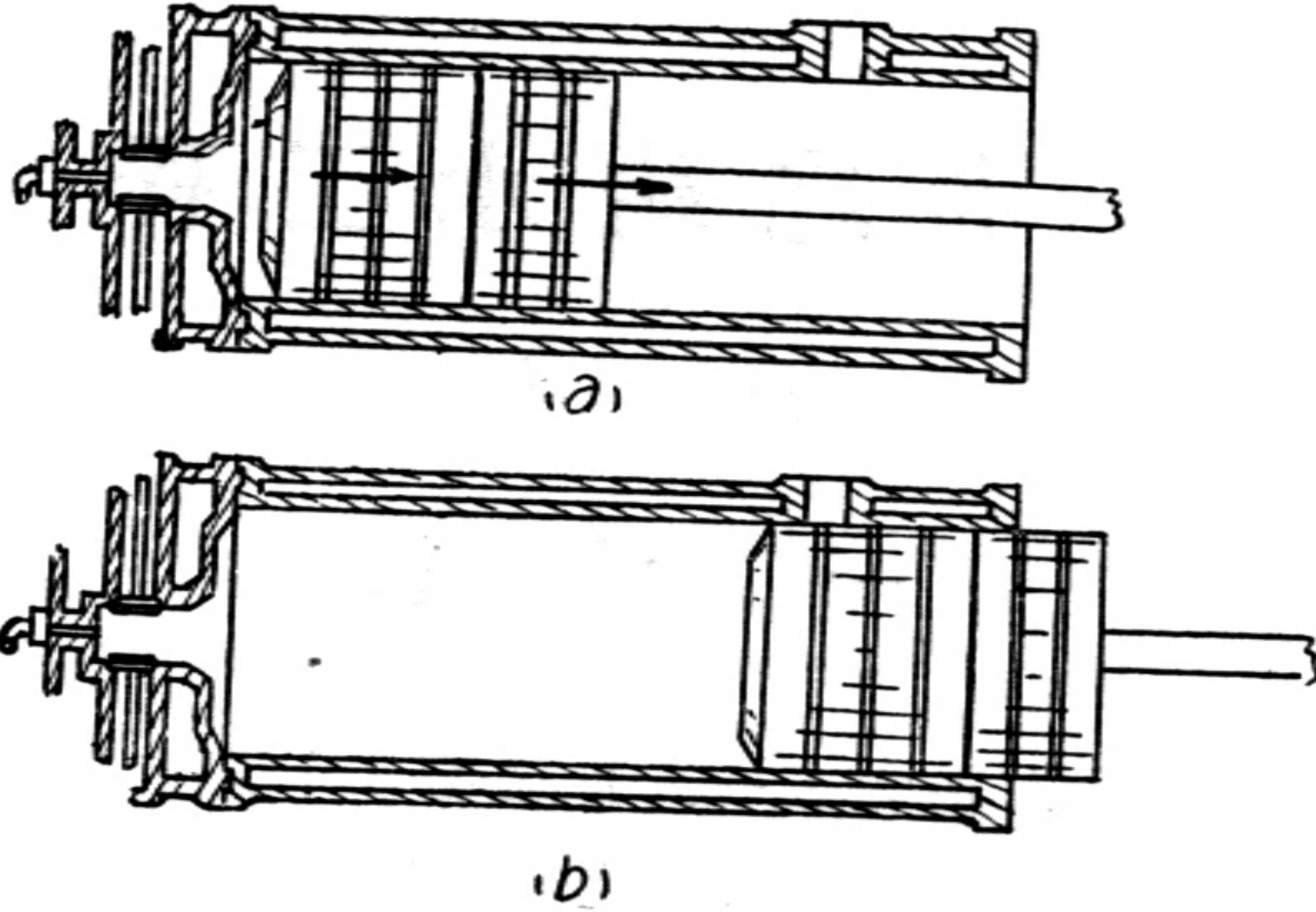
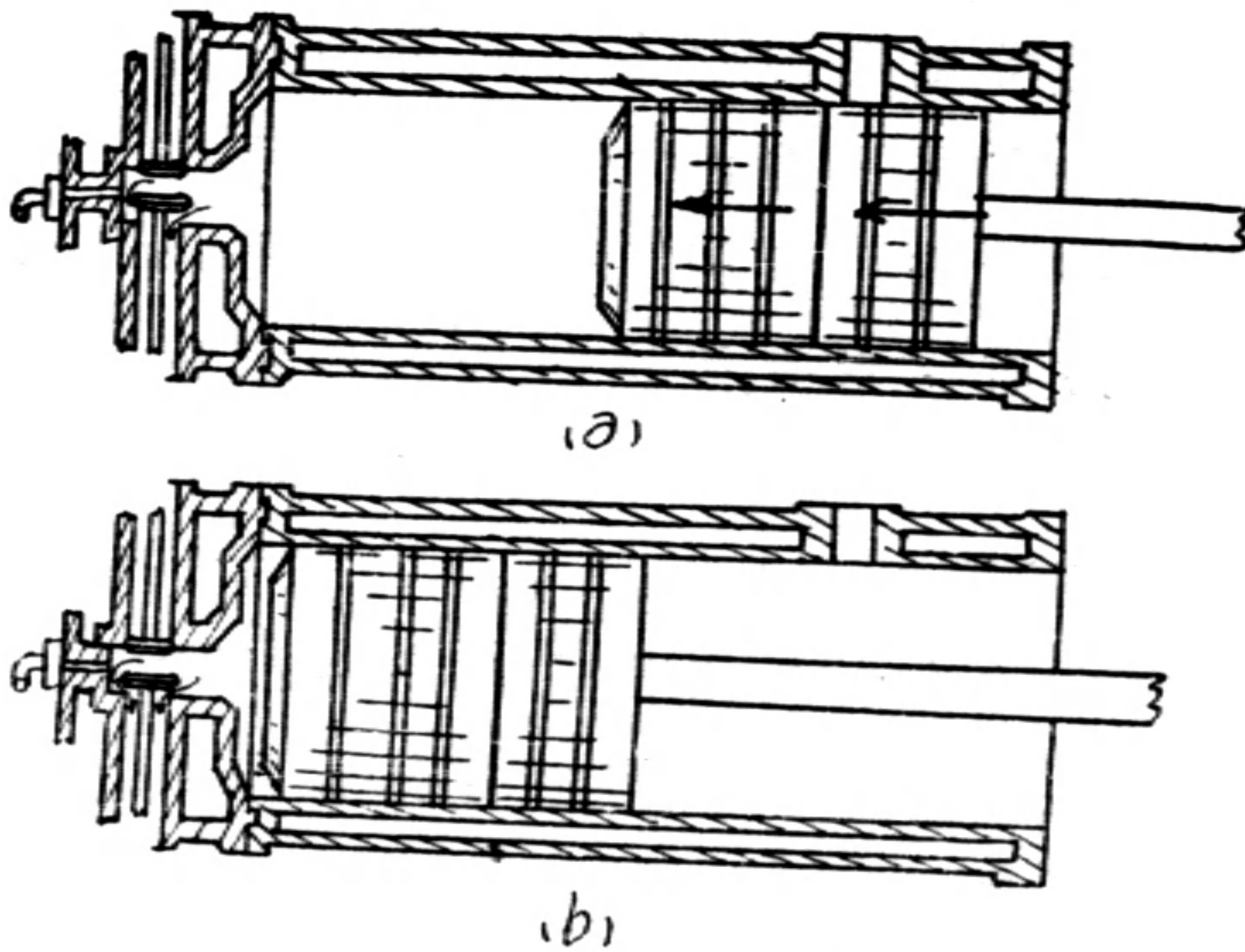


圖 (6)



以吸入一衝程,脹圈與氣缸間之不使洩氣裝置,事實上當較困難,且能否以局部真空及常壓大氣使自由鞣輪 F 隨 P 右行,亦屬可疑。即或可能,由於 F 行進之惰性(inertia),F 停止之地位,勢必隨機械轉動之速度而變遷。此種裝置,氣缸若作立式排列時,固可有助於 F 之行進,然遺留位置之更變恐愈烈。諸如此類之問題尚多,作者仍在研究中,更望海內賢達有所指教。此篇之作,蓋本拋磚引玉之意云爾。

香港之給水工程

王 瑋

(一) 引 言

香港為世界大都會之一。人口達七八十萬。惟以地居海隅小島，缺乏水源，所有飲用清淨水，全由天雨而來。一切儲積，分配，則又盡屬人工。就中尤以築堤一項為工程之重心。在此國內農村破產。正謀復興之際，水利當屬要圖；水力之應用，災患之預防，亦需及早着手。凡此皆與築堤有關，是香港之給水工程足資國人借鑑者正多也。港大工程院長士密氏教授(Prof. C.A. Middleton Smith)以留港廿餘年之經驗。各方面之考查，搜羅關於香港水務之材料甚多，著為論文，以「香港給水」(Water Supply of Hongkong)為題，投登遠東時報。分載六期(一九三四年七月起同年十二月止)。始畢其辭。附刊圖表。皆以直接取自政府者為根據。茲特將教授所述擇要轉譯，參加己所知者，草成本文，藉資介紹。篇中各圖表悉照原著轉載，所附照片則作者所自攝也。

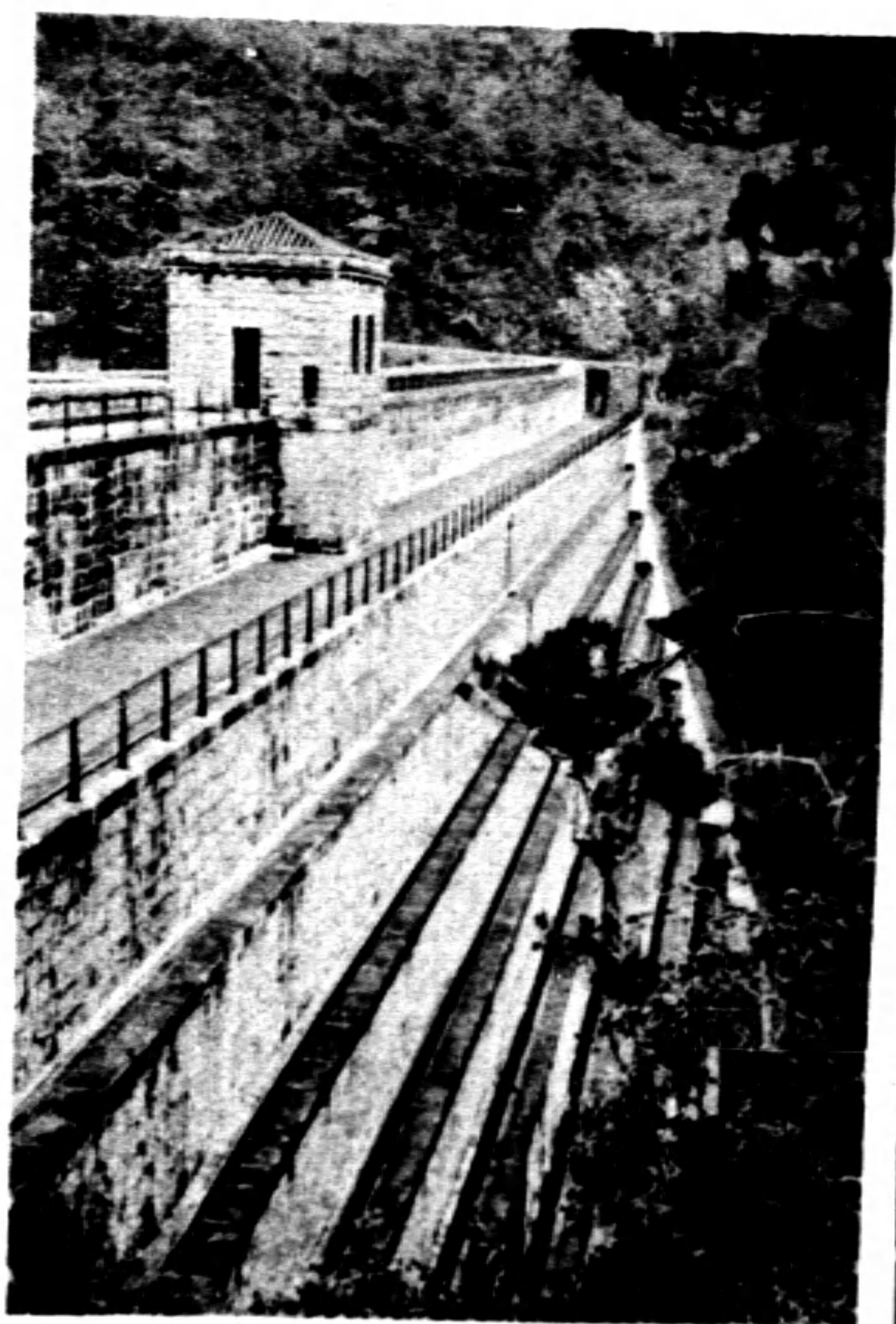
(二) 香港之形勢

香港乃一小島，長約18公里(11哩)，闊度3—8公里(2—5哩)，周圍約43公里(27哩)，面積約74 $\frac{1}{2}$ 方公里(28 $\frac{1}{2}$ 方哩)。島上山巒起伏。太平山之最高峯(Victoria Peak)突出海面531公尺(1744呎)。平地甚少，現在所見者多係移山填海而成。地質以已經分化之花岡石為主體，間雜未經分化之石塊。農作之地無多，幾乎島之一半面積係作接雨區域(Catchment area)，而不能移作別用，島之地位係在東經線114



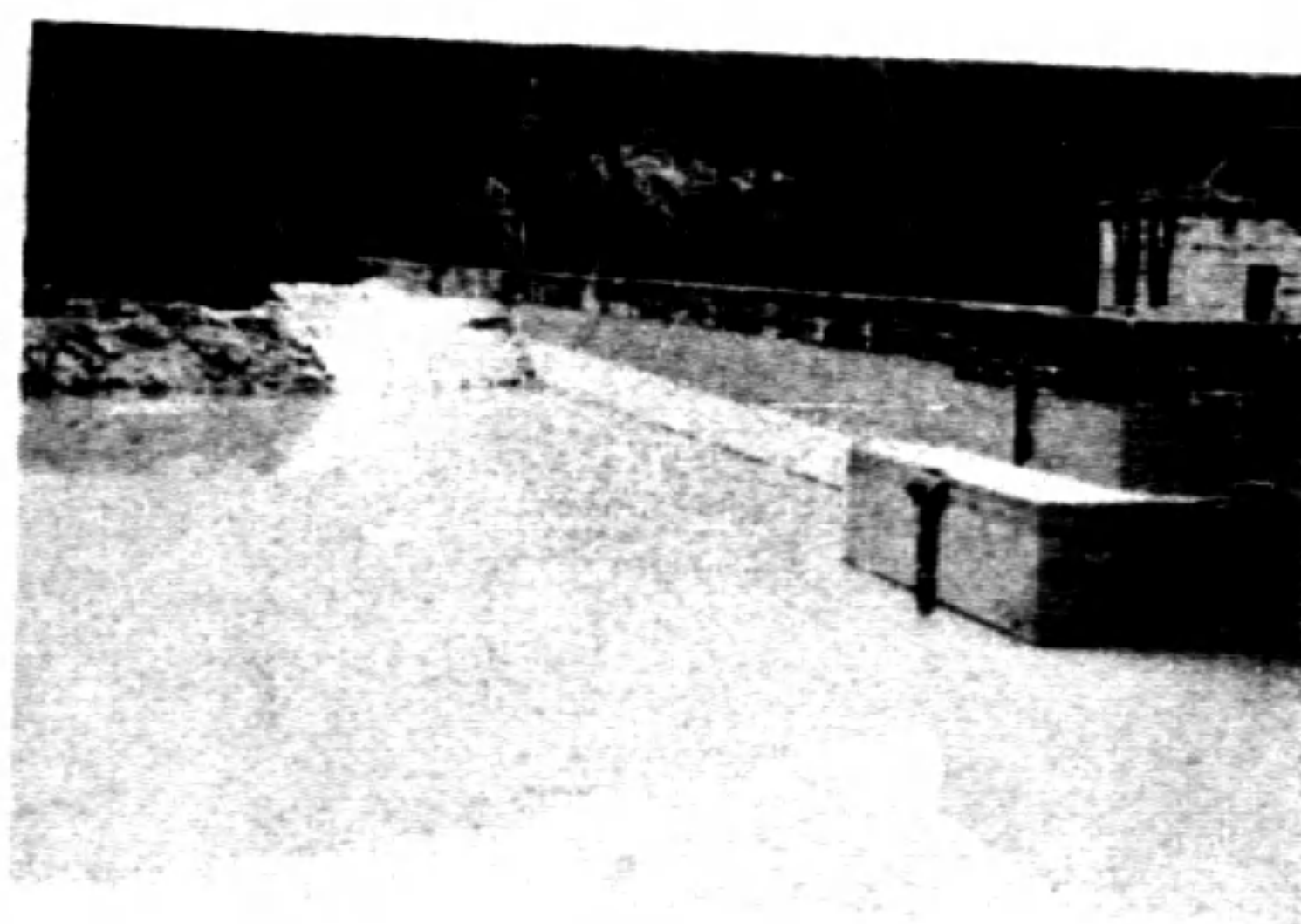
影(一) 香港與九龍之鳥瞰

下方為香港島上維多利亞市之一段，有烟突及起重機處為海軍船廠，中部大廈為太古公司及電報局等，其左則為臬署、教堂、銀行等。繁盛商場與灣仔及新填區域皆未攝入。圖之中央即普通停船之海港。對面為九龍半島。尖塔為過港碼頭，大廈為半島酒店，其左為停泊「總統」「皇后」各輪之碼頭及九龍貨倉。至遠方高矗雲端，儼如屏障者，則新界之崇山峻嶺也。

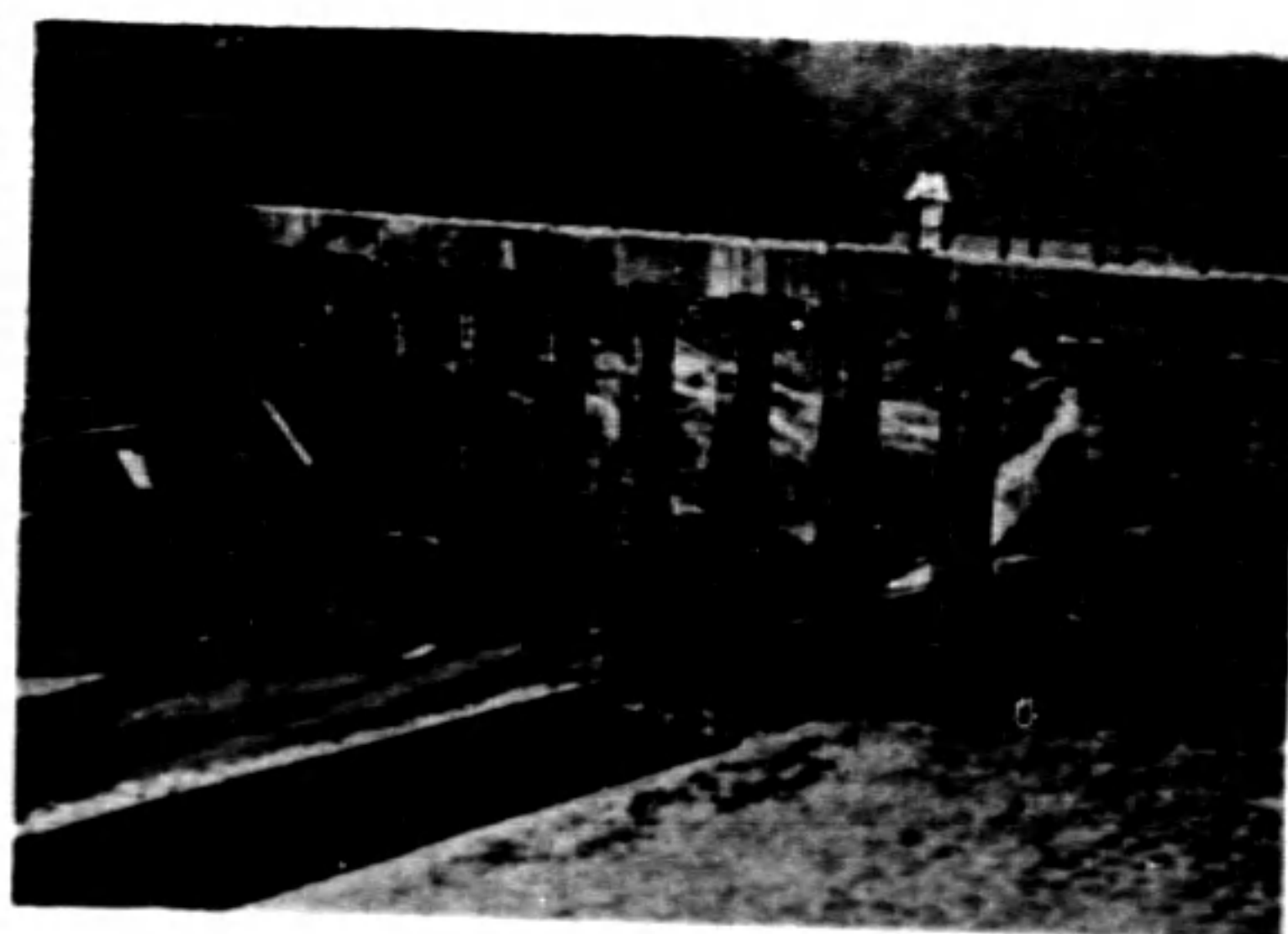


影(二) 大潭堤外景

最上一層為1897年加築者，高10呎。



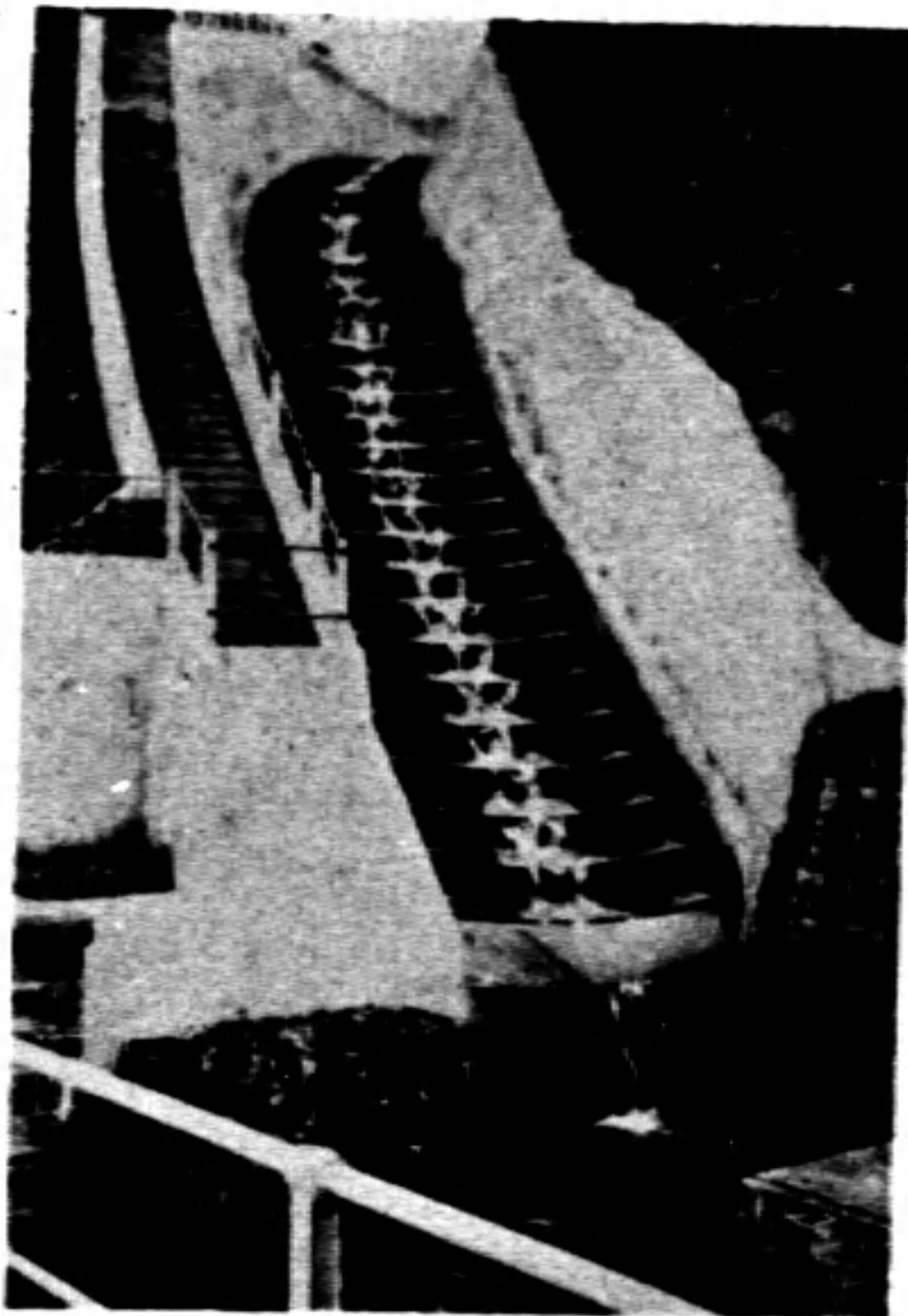
影(三) 大潭堤內景



影(四) 大潭谷中之有蓋引水溝
上可行人，故兼充橋梁用途。



影(五) 大潭副池之出水塔
有一出水孔，已高離水面。塔中置
啓閉活門之設備。



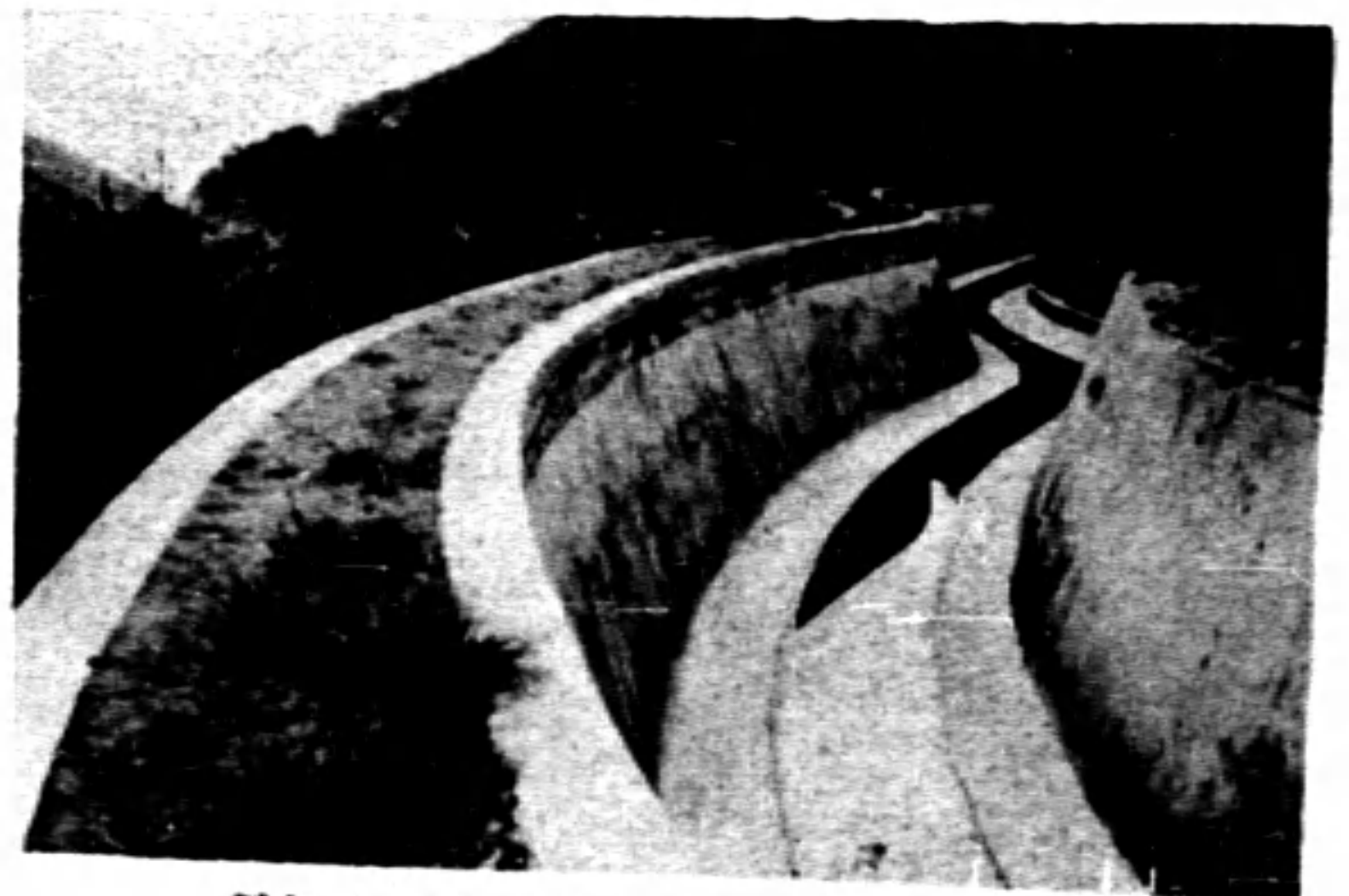
影(八)大潭君接水溝入池處
因坡度大，用石級緩水勢而使溝
底免受冲刷。



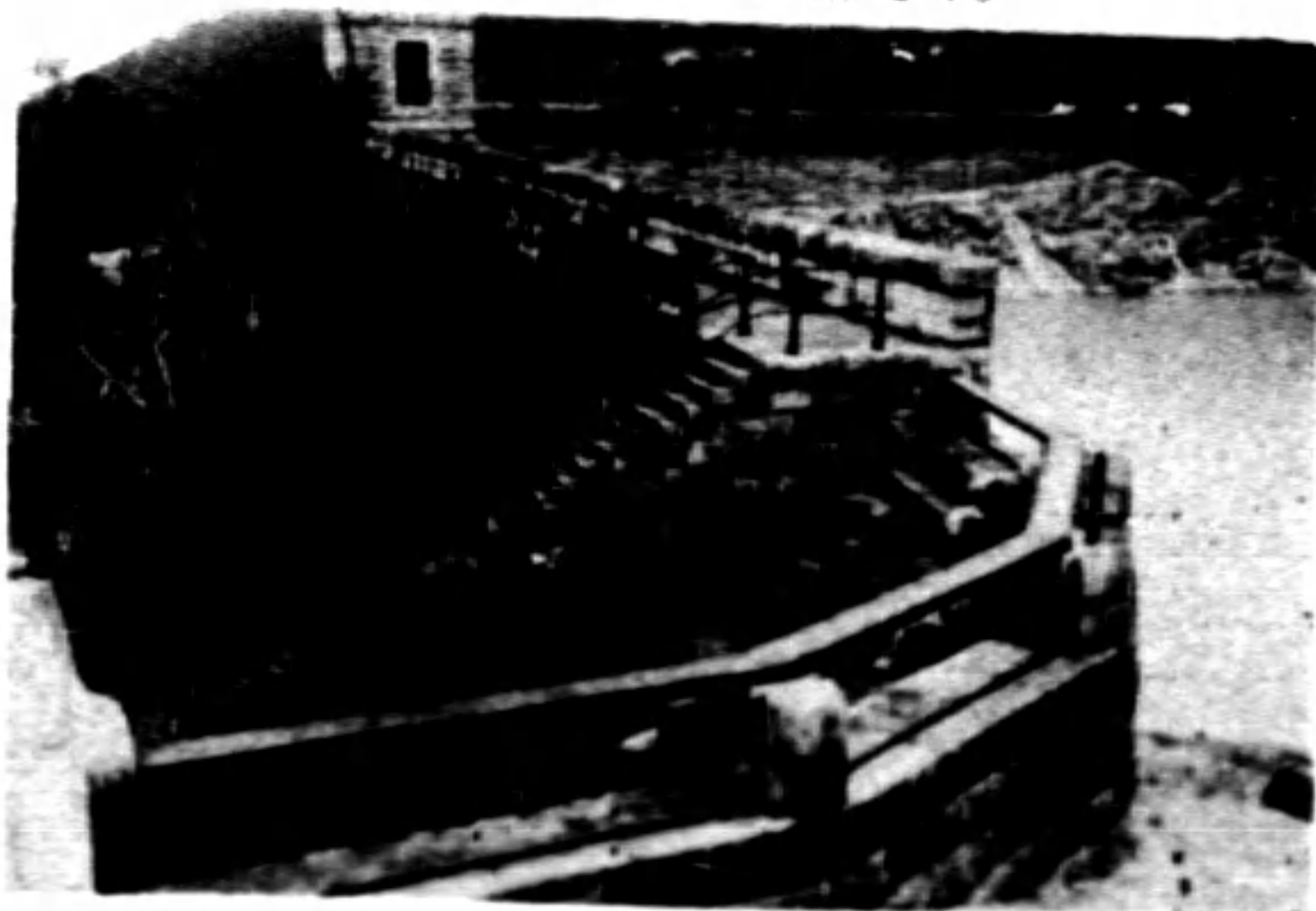
影(十一) 香港仔上池內景



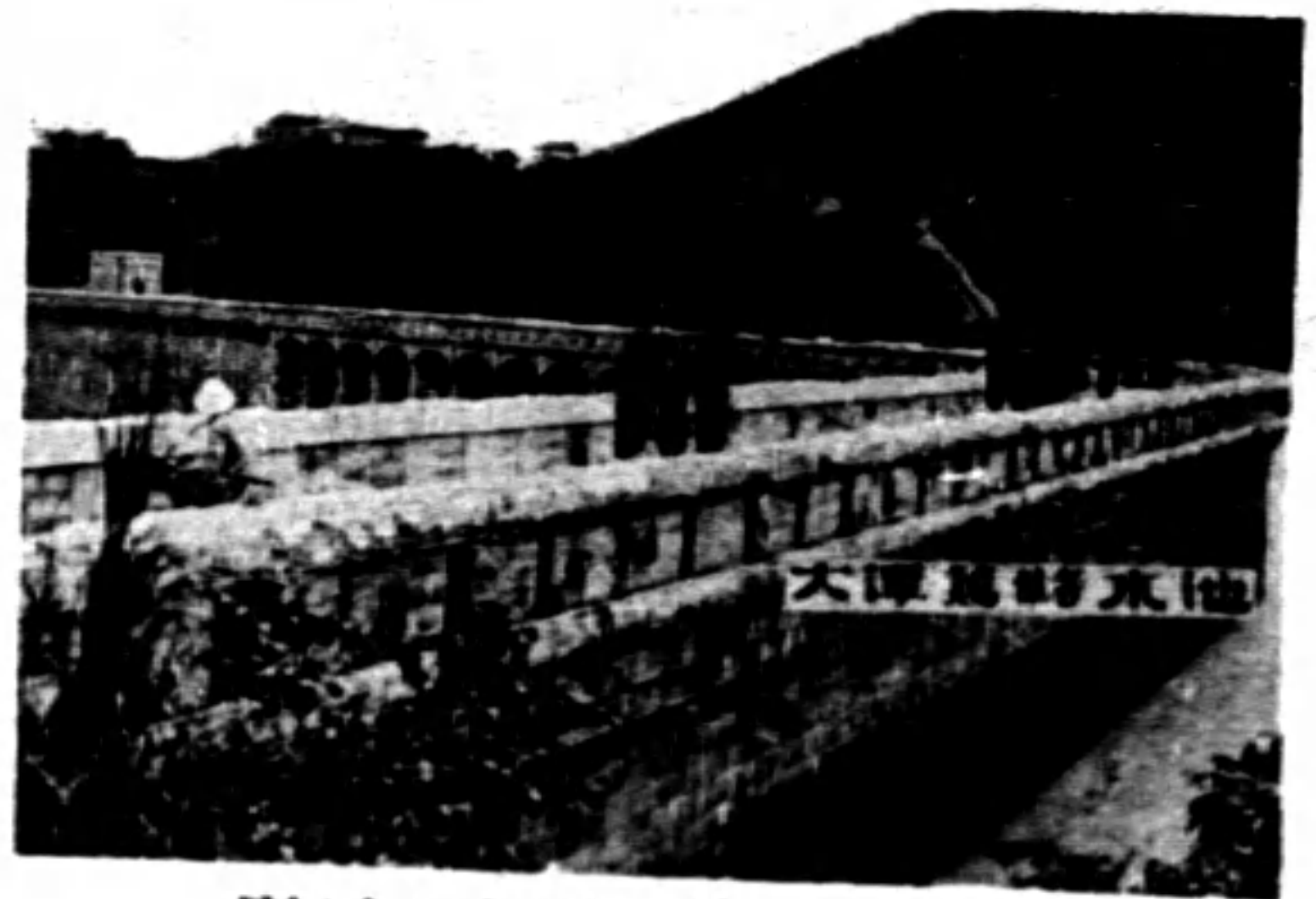
影(六) 大潭副池之洩水道
大潭池滿時水即由此外溢。洩水口上及橋墩旁
之槽，即預備加插木板，以增儲量者。



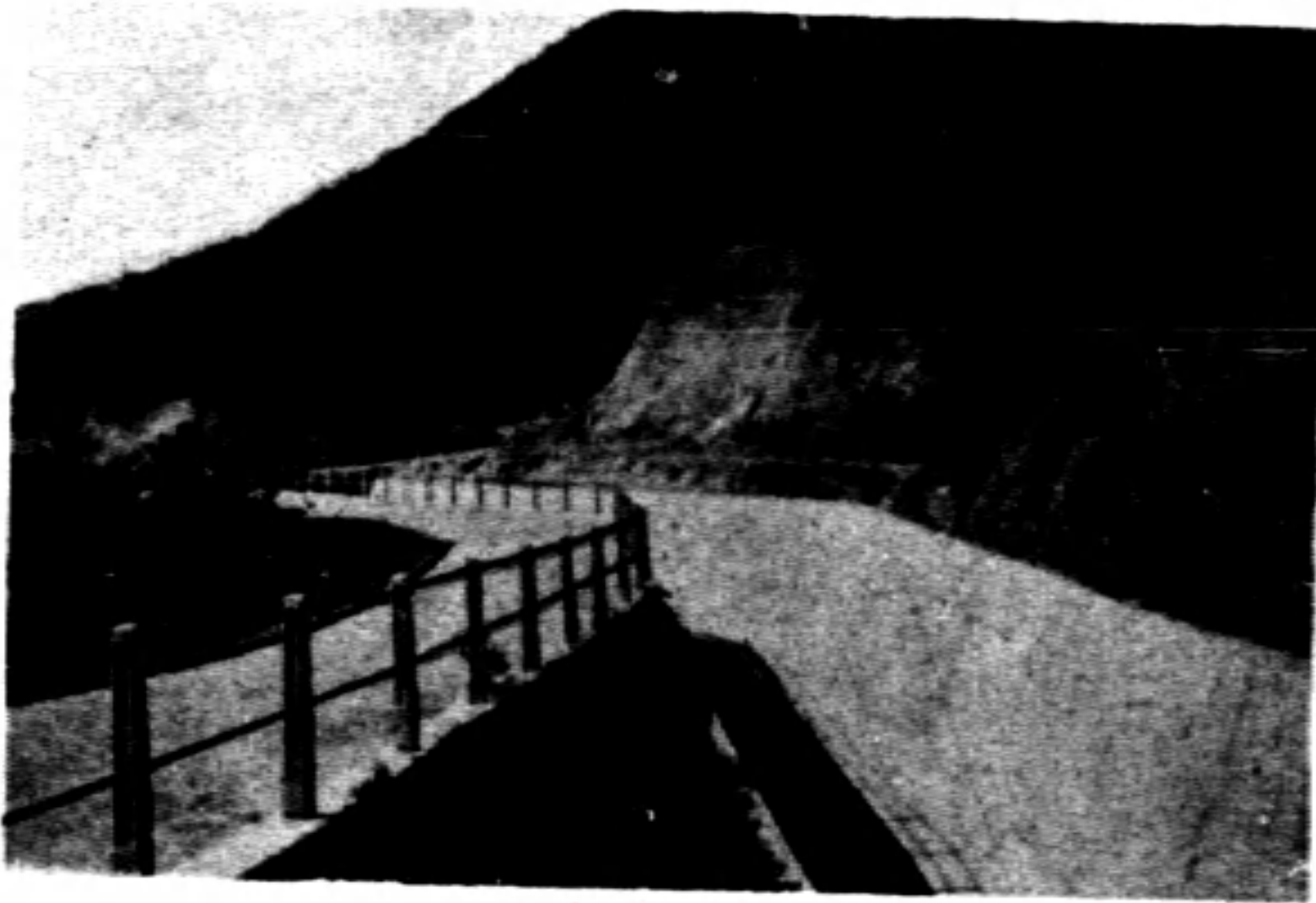
影(九)大潭君水池之接水溝
攝影時當旱季，溝內亦有少量之水。



影(七) 黃泥涌水池之堤及洩水口
洩水口上亦有備插板之槽。



影(十) 大潭君儲水池之堤
堤上可行車，為香島道之一部。橋拱為洩水孔，
遠處槽形物即接水溝。



影(十二)
香港仔下池之
接水溝

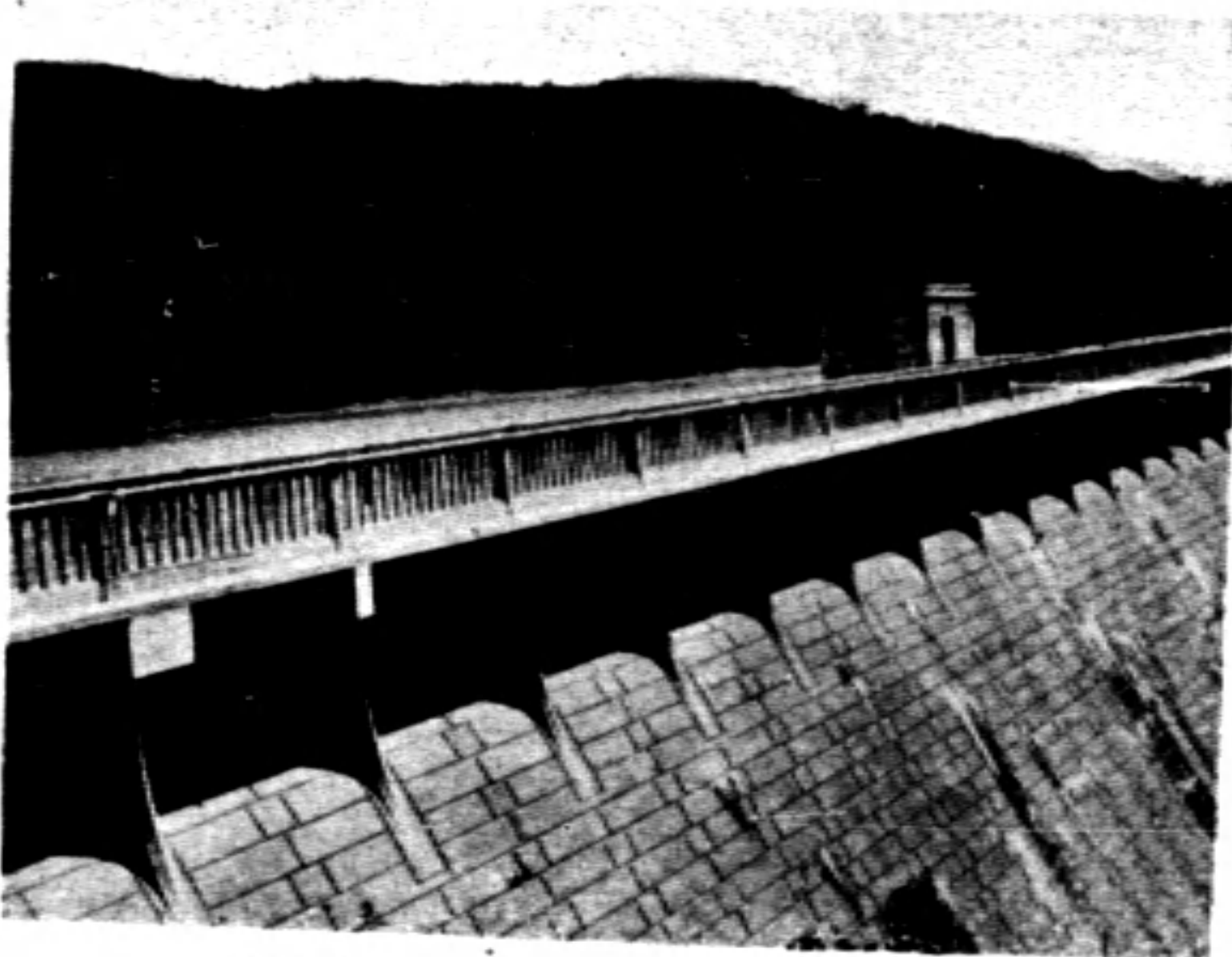
溝底有V字形小槽，
水小時僅流槽中，可
減少蒸發量。



影(十三)
香港仔下池之
一部

望之幾如江河。遠端
之槽形部分，即接水
溝之一也。

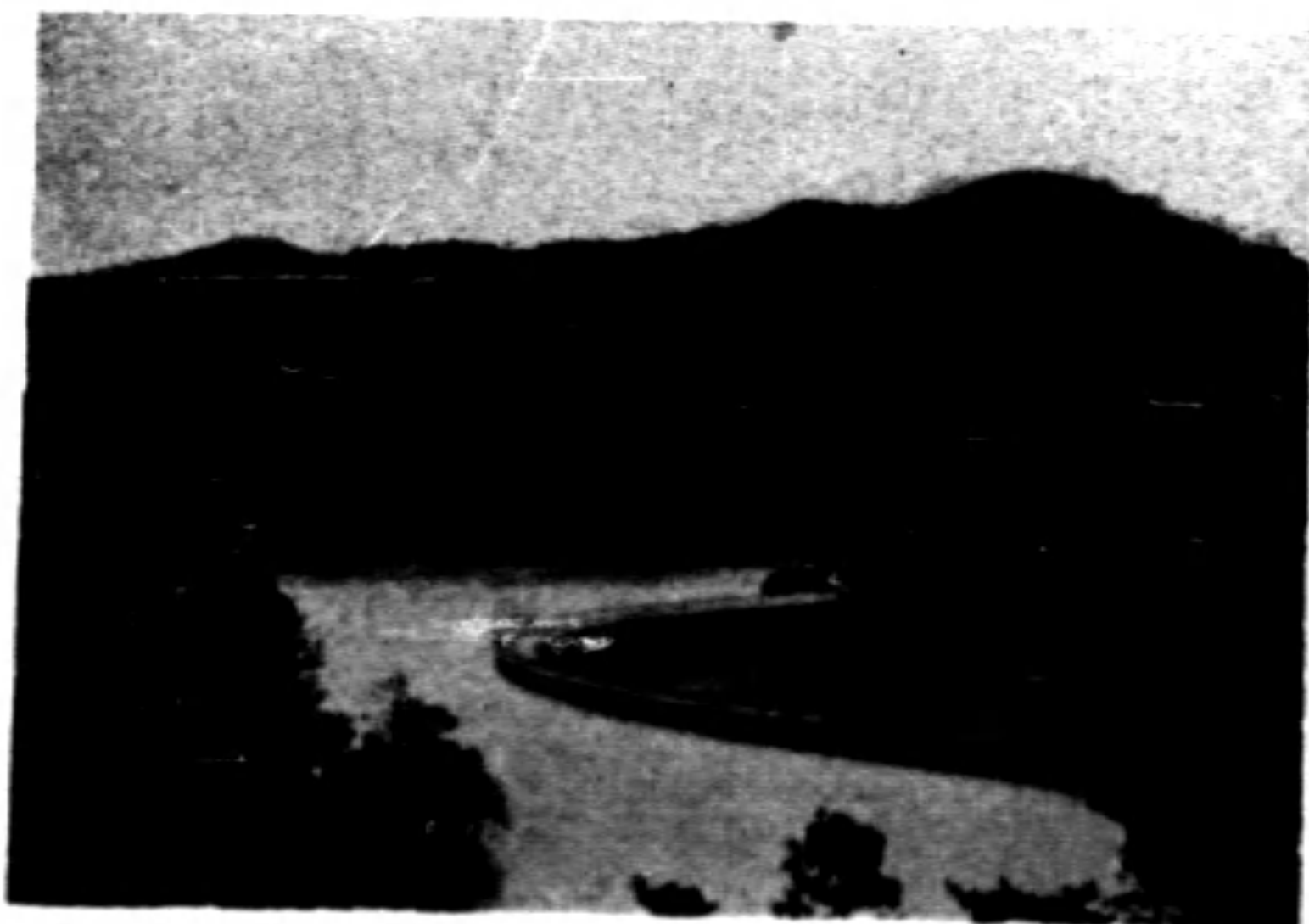
影(十六)九龍池堤之外景
試觀堤上游客，即知本堤規模之大。



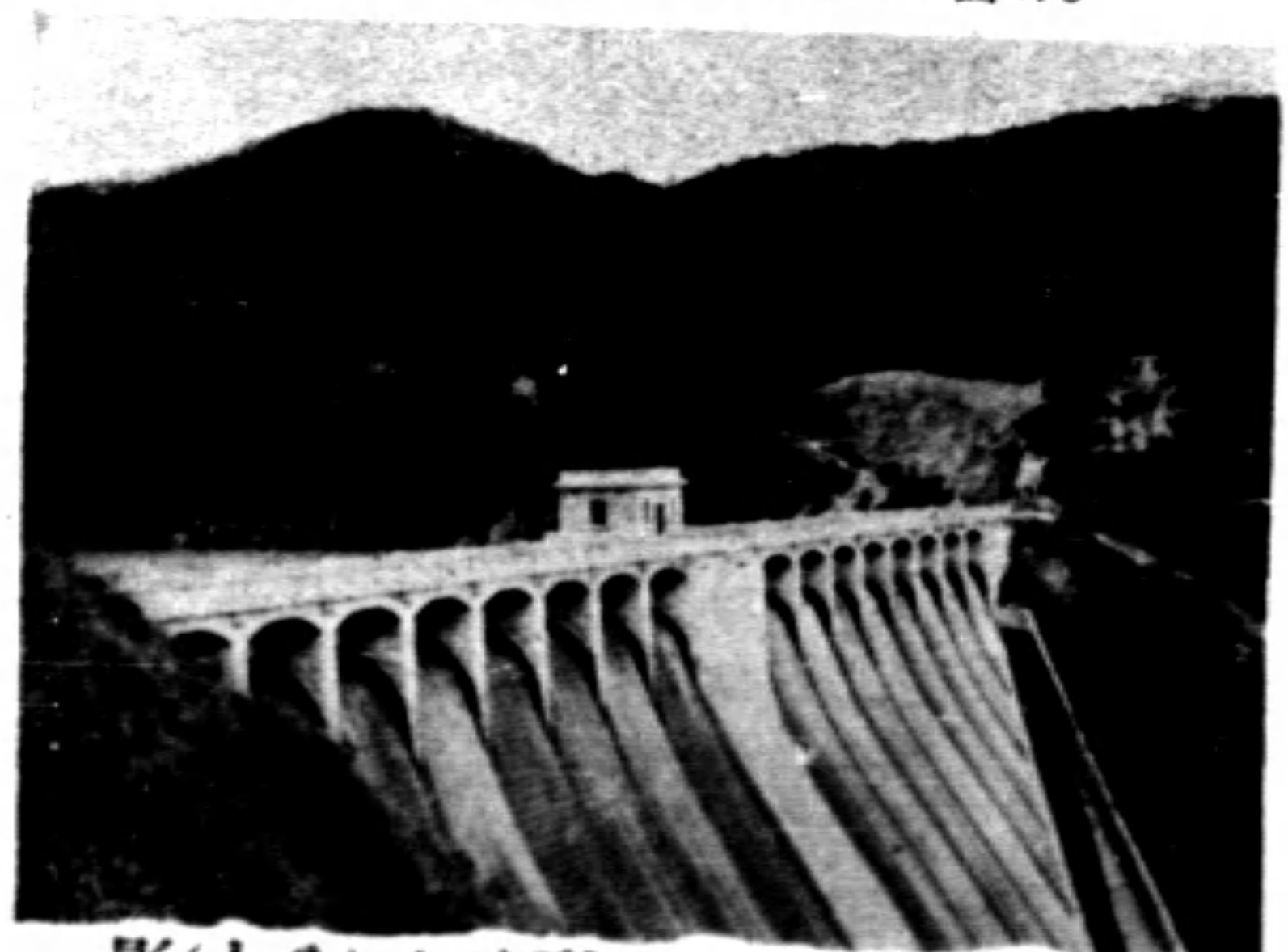
影(十四) 香港仔下池外景



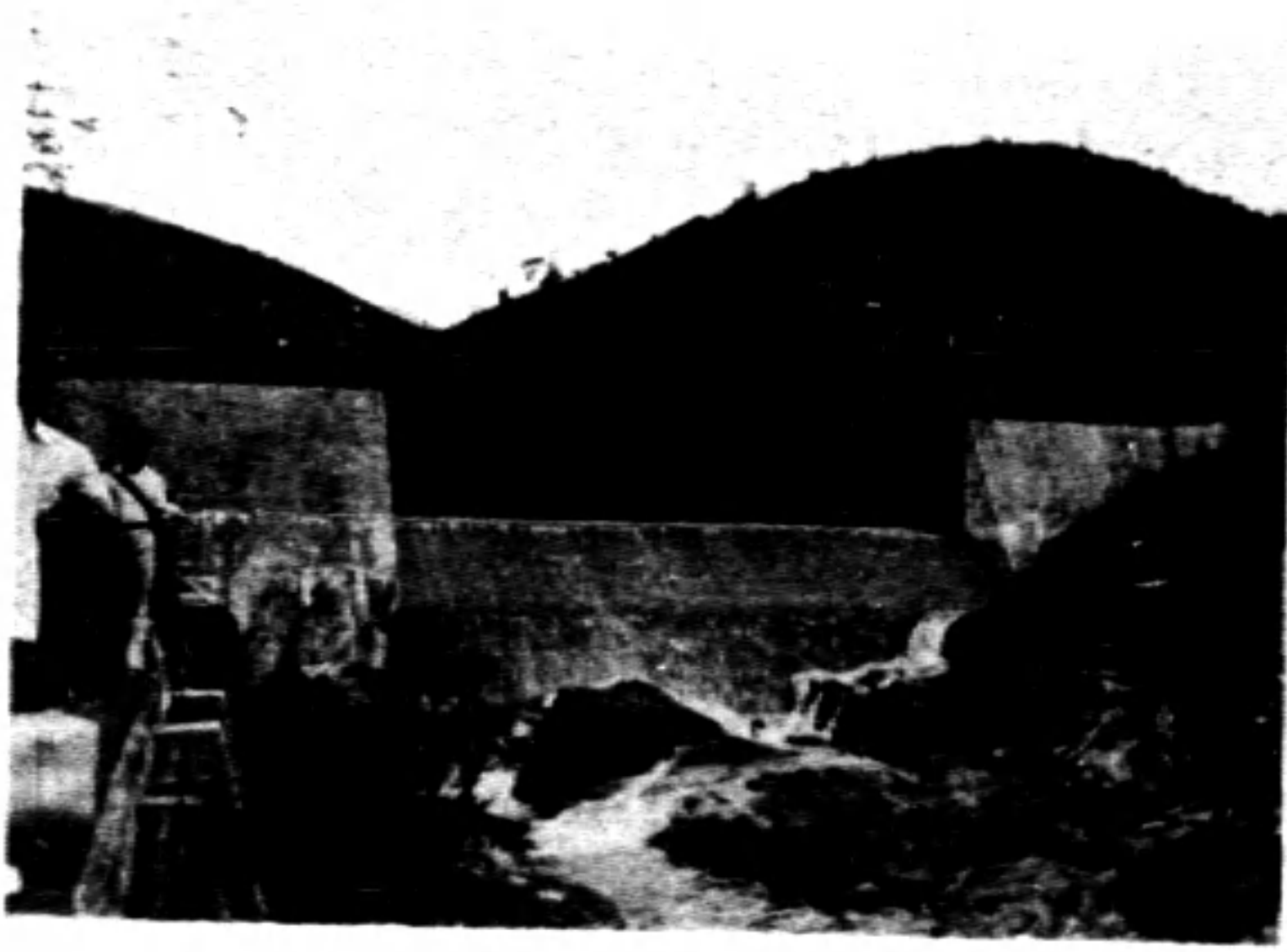
影(十七)九龍水池之洩水道
橋孔後面之閘門，係用以升高水面者。



影(十五) 九龍水池及其堤



影(十八) 九龍副池之堤 (參閱封面照片)



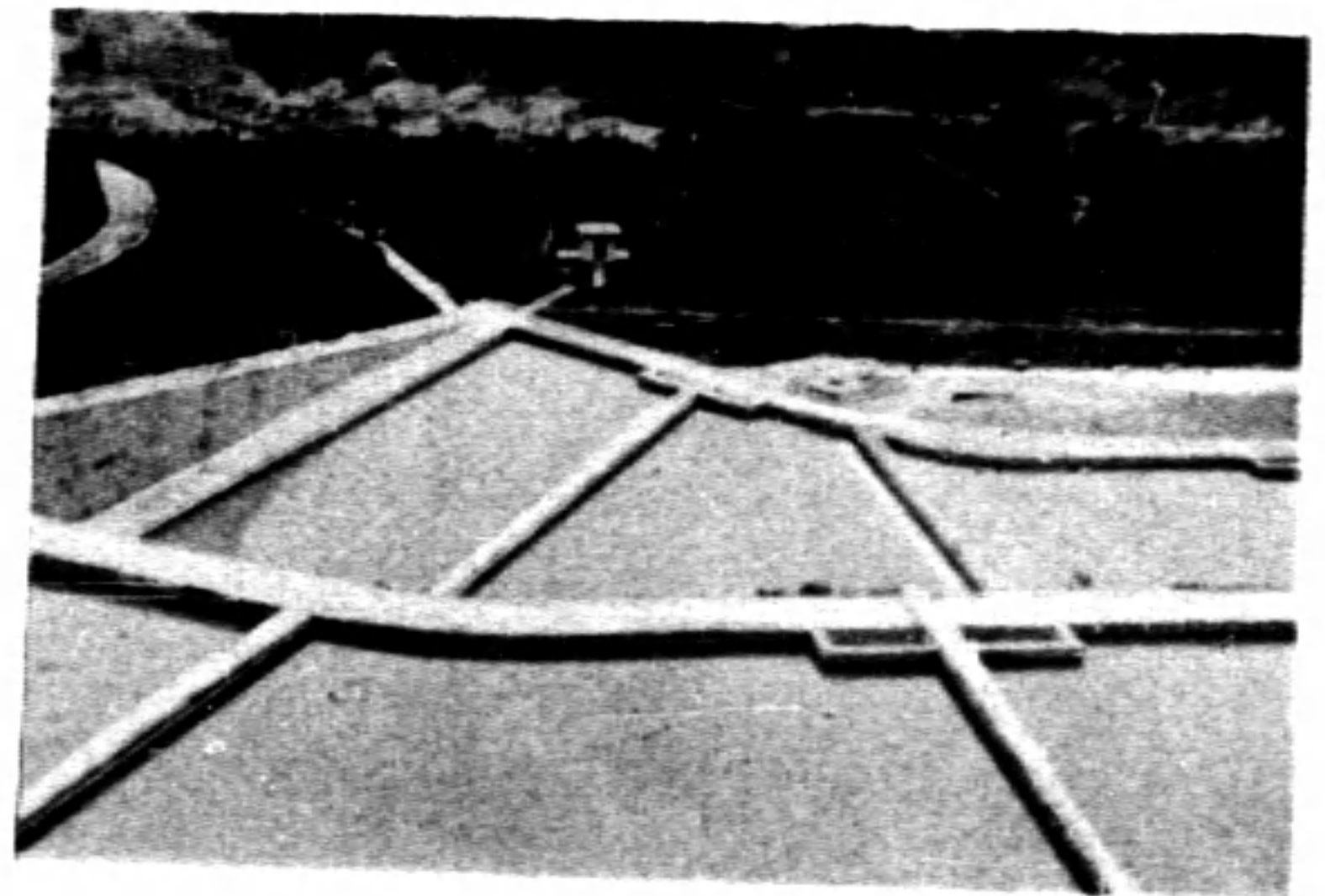
影(十九) 城門谷計劃中之取水堤
該堤建於城門河上游。



影(二十二) 建築中之城門池堤
圖示向下游之一面,二十三年雙十節攝。



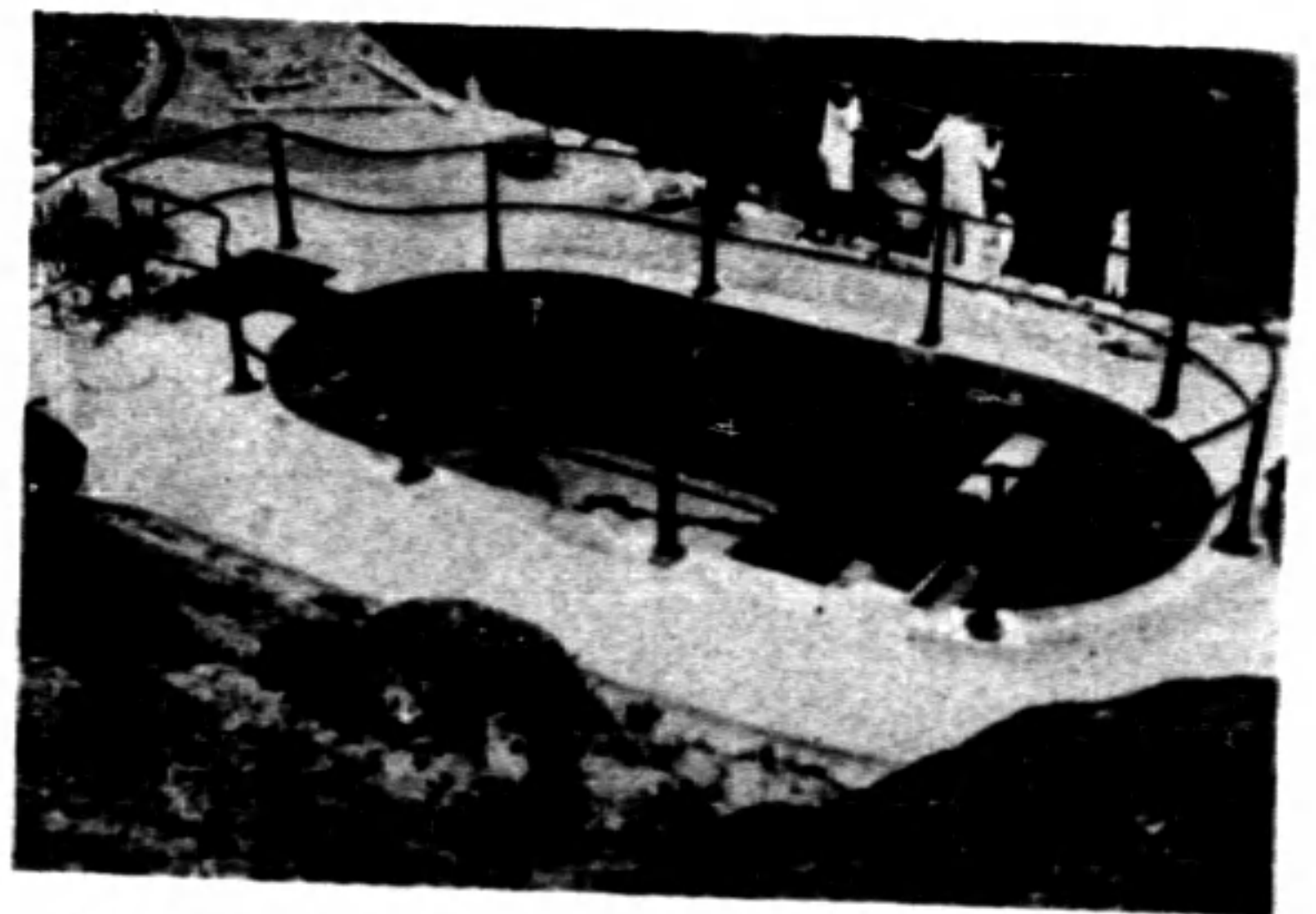
影(二十) 取水堤前之量水池
池有V字形量水口以量流量。由左上角蜿蜒而來者即引水溝。



影(二十三) 黃泥涌濾水池
其他各濾水池之款式皆與此略同。前面之方形平地即清水池之蓋。



影(二十一) 橫過山坳之引水槽
此項引水槽為引水溝之一部分,下有柱,上有蓋,亦作橋用,旁有溢口,以備水滿時外溢。



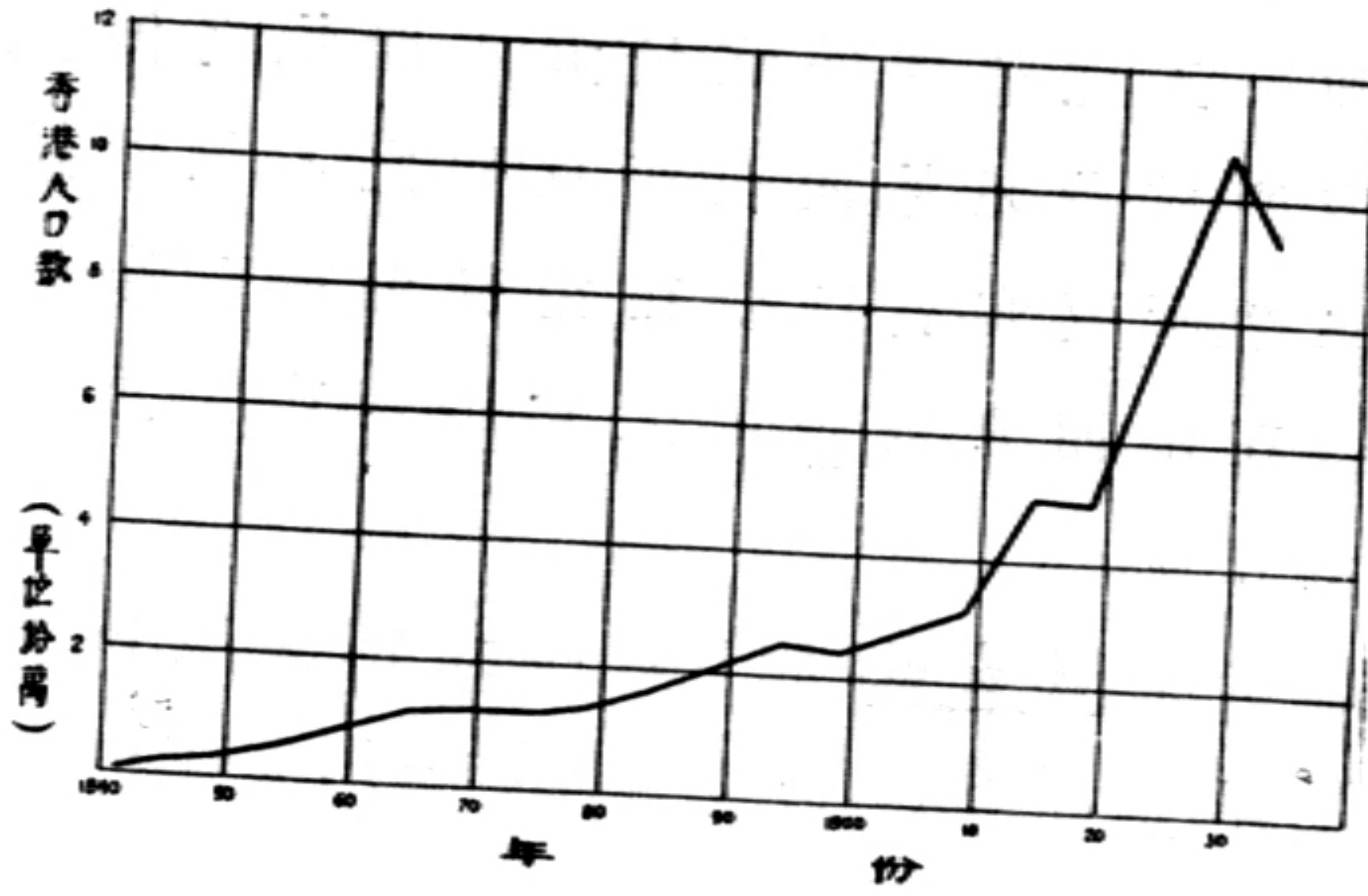
影(二十四) 黃泥涌儲水池旁之量水池
儲水池內之水,經地下管,至圖中喇叭狀之管端噴出,與空氣作充分之接觸,然後流過方形量水口,而入與濾水池相通之總管。

度，北緯線 22 度，適當珠江口之東，然又不受珠江所帶泥沙之淤積，港底本深，更加人工之整理，極宜於大小船隻之停泊，航線四通八達，更與廣州，澳門成鼎足勢。而航海巨舶之不能直駛廣州，澳門者，恆以香港為終點，所運客貨自須在港轉船或轉車。過往船隻之缺水缺煤者並得在港補充，是香港之為華南商業重心之一者。固有其本身之價值在也。

香港原屬廣東寶安縣。於 1841 年始割與英國，其對岸之九龍半島及港中之昂船洲(Stonecutter's Island)則於 1860 年割讓。1899 年因拳匪之亂，我國再將九龍北方延展至，距半島尖端約 35 公里(22 哩)處為界之一大地段租與英國。名曰新界，定期 99 年。於是香港一名，現實包含香港島，九龍半島及新界三部，總計約 1000 平方公里(390 方平哩)。就水務系統言，三部亦互相聯貫，後當分段述之。

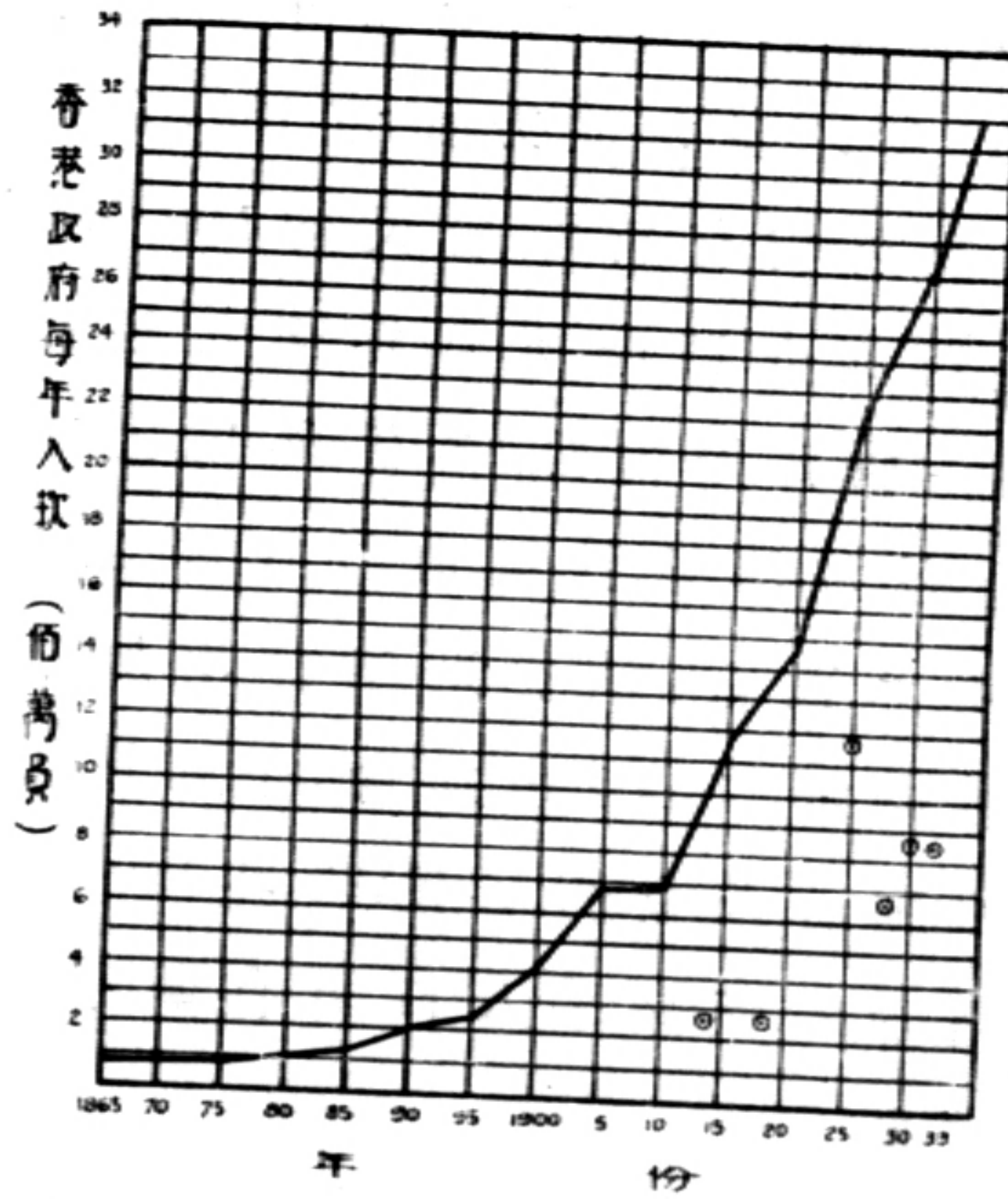
香港原據形勝之地位，再經人事之培養，各業日漸發達，戶口之增加遂突飛而猛進(第一圖)九十五年前，島上人口不過 5,000 人，今則增至 420,000 人之多。九龍方面，當 1891 年時，僅有 19,997 人，今則增至 300,000 人。此外尚有新界居民約 100,000 人，水上船家約 100,000 口。(在此將近百萬人口中，所有外國人包括英國駐軍，總計僅得 20,000 人上下)。一切日用物品，多係外處運來，水為人人日所必需之物，就便利言，就經濟言，皆無由外運來之可能。然當地水源不足(指原有溪水井水而言)，消費則年有增加。據港方統計，五十年前，每人每日僅需清水 27 公升(6 加侖)，今則增至 90 公升(20 加侖)之多。倘使浴室與水廁普及全體居民，則非 180 公升(40 加侖)不可。可見水量消耗之增加，不僅繫乎人口，更有關乎文明，此水務在香港之所以為一要政也。

香港自由英國管理以來，政治之組織無甚變更，為英國直轄殖民地之一。總督為最高政務官，統治軍、民各政。防務有海、陸、空，各軍負責，司法有臬署及裁判署，與國內之高、初級審判，檢察機關相當，行政有輔政司，庫務司，教育司，工務司等，分管民、財、學、工，各政，而水務一項則屬於工務司署之水務科(Waterworks Office)內設總工程師二人，一人管理原有建築，一人擔任建造工



第一圖 香港人口增加圖解(1841—1933年)

◎ 表示工務方面之支出



第二圖 香港政府入款圖解(1865—1933年)

程,另有工程師六人,高級工程稽查二人,稽查三人,工頭九人,潛水夫一人,書記一人。此外議政機關,則有政府官員與人民代表所組織之立法會,維持治安,則有警查廳。其他各枝節機關,則依其性質分轄於各署。

香港政府之收入,在1932年為33,549,716元(港幣),就中地稅居一大部,計6,332,066元,約佔總收入百分之十九(19%)。其於水務方面之收入,則為2,048,182元(1931年僅1,714,000元,1913不過404,220元而已),約居百分之六(6%)。同年支出,總計32,050,283元。繳納英國國庫作軍費者6,559,239元,居總支出20.5%。用於工程方面者,計8,437,090元,居支出之25%強。其工務方面各年出款之最大數,當推1925年之11,638,372元。當時鑿山洞,建水溝,引導城門河水之一部以灌注香港,九龍之水池,而增其水量之用費,即在其內。第二圖示香港政府歷年總收入及工務支出之圖解。約計最近二十年間,港府用於水務工程之費用當在二千萬元以上。至在城門谷現正進行之堤工,預算亦在千萬元左右。

香港一名,原指香港島而言。政府,商場,工廠,居民,聚集之區只在島北一小部,名曰維多利亞市(City of Victoria)。此外尙有小市集數處,在東部者有筲箕灣及石澳,在南部者有赤柱,香港仔,及鴨脷洲(鴨脷洲雖為另一小島,然距香港仔甚近),皆出海平線不高,有汽車路及航線相連。山頂區域。則除酒店,醫院,車站等若干大建築外,厥為零星之住宅。上山大路在山之北面,除汽車路外,尙有纜車鐵路一條。至接雨區域則多在山之南麓,雨水所經,盡係樹林,野草,污穢無由摻入。其流經市集之雨水,及居民廚房與廁所之污水,則經公渠暗流入海。市內垃圾,係由潔淨局派車每日至各區接載。裝船運往遠處海面拋棄,故市內居民雖稠,尙不失其清潔。而所飲用之水亦甘冽清潔。

(三) 香港之氣候

香港在北緯22度,居熱帶之北邊。惟以四面環海,氣候溫和濕

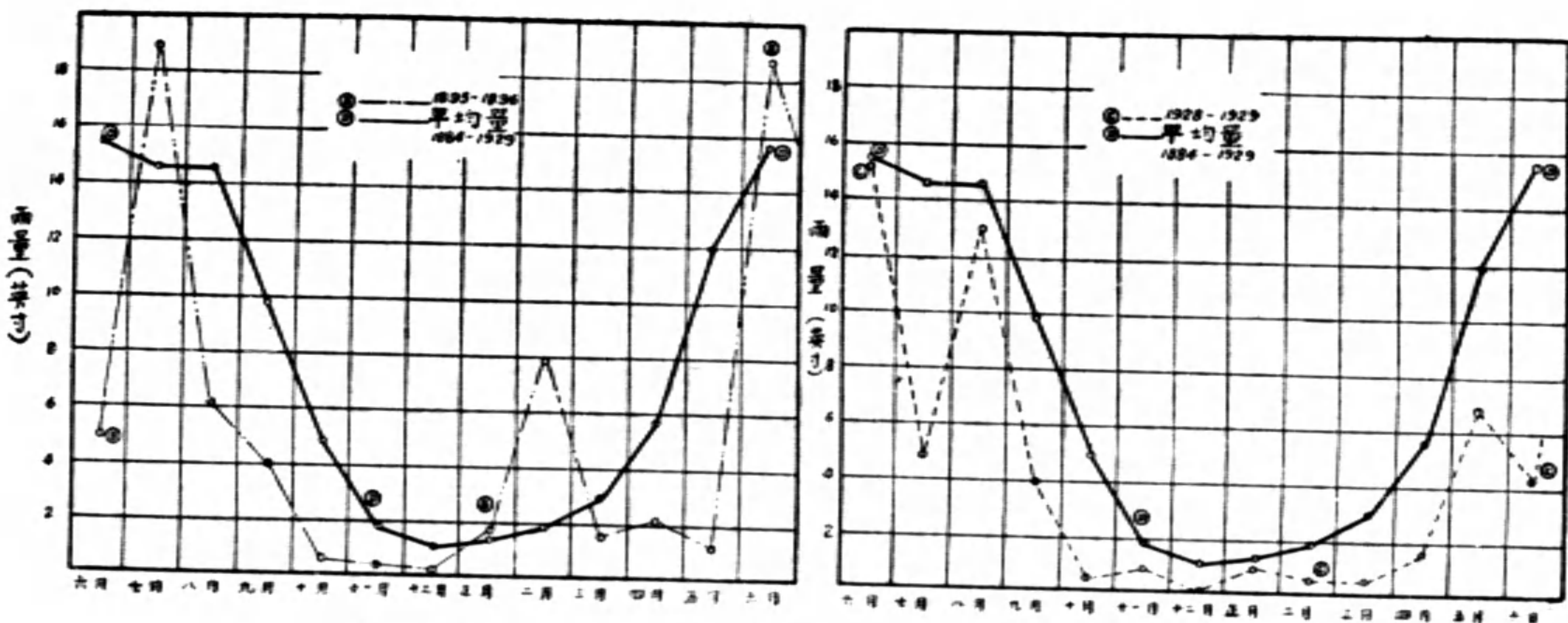
潤。平均溫度爲 72°F 。一年中之溫度，以二月溫度最低，約在 59°F ，七月最高，約 82°F 。惟溫度紀錄中有低至 32°F 者，係在一月，有高至 97°F 者，係在八月。平均空氣濕度爲飽和量 77%。紀錄中有低至 66% 者，在十一月，有高至 84% 者，在四月。據推測，則 100% 亦常有發現。

香港雨量，平均每年約 86 吋。其多寡不僅年年不同，即在同一雨期中，境內各部亦互異。如在 1895 年則僅得 45.83 吋實爲最低紀錄 1928 七月十六日至 1929 六月十三日間，十一個月中，所得者只有 27 吋，較同一時期之平均數 71 吋竟少 44 吋。又據 1925 年島上黃泥涌口之紀錄，則至 156.57 吋之高。此數雖疑有誤，然估計亦在 140 吋以上。以地區言，香港、九龍本極相近，然觀 1922 年七月間之雨量紀錄，乃有多少之別。計九龍天文台所載者，爲 12.8 吋。黃泥涌水池 25.31 吋大潭君水池 14.87 吋，而其最豐之量則料在城門河流域之各山地。就日時雨量之統計言，則在 1889 年之五月間，有在 24 小時內得雨 27 $\frac{1}{2}$ 吋，及一小時內得雨 3.4 吋等紀錄。據專家西米昂 (G.T. Symion) 氏致香港天文台之報告，則 1889 年五月三十日，午前六時以前 24 小時內所得雨量竟達 28.44 吋。據非正式之報告則 1931 年四月間九龍附近且有一小時 5 吋之雨量。香港雨水之多，於此可見一斑。

香港雨水雖多，然遇早年，則雨期既屆，猶復火傘高張，連月不雨者，亦已屢見。有時則又在奇旱之後，忽然大雨傾盆，兼旬不止。譬如 1929 年之前半年，異常乾旱，大潭君水池可以見底，忽而颶風吹來，大雨隨降，水池未幾即溢。約計此次颶風所帶來之雨，當在 8 吋上下。全年統計，1929 竟入多雨之列。此等反常現象，原可依據布拉克勒氣候圈預測之。

所謂「布拉克勒氣候圈」(原名“Bruckner” Weather Cycle) 者，在歐洲已有數世紀之歷史。在十六世紀時，培根 (Bacon) 之著作中。即已述及。其說係謂一地之氣候，如非常之寒熱水旱之類，經過若干

年後，恆復現一次，有如圓圈之循環。其正確之期限雖尙未知，然就經驗所得，已可訂其在 $33\frac{1}{2}$ 與 $35\frac{1}{2}$ 年之間。美國加里福里亞 (California) 所產之大樹，有遠生於西歷紀元一千年前者 (1,000 B.C.)。科學家研究其生殖圈 (Growth rings) 之組織，推知此等氣候圈之流行於當地，已三千年於茲。倫敦 天氣，在 1826, 1861, 1929 各年之一月，皆有類似寒帶之低溫，而此三個時期之距離復為三十四五年，或其倍數，更為鐵證之一。香港 在 1895 年全年中，只得雨量 45.8 吋，較之 1884 至 1928 間之平均數 85.7 吋。相差甚遠，而 1928 後半年間所得者，亦遠在平均數以下。(參看第三圖) 兩期乾旱相距，適為三十三四年，是氣候圈更應驗於東亞矣。年來我國水旱頻仍，生命，財產，之損失，不可以數計，事前既無準備，事後補救自難。預測氣候之方，亟需研究。如「布拉克勒氣候圈」之說，當不可漠然視之也。



第三圖 香港雨量增減圖

由雨量統計之觀察，可推斷二種現象如下：

- (1) 以多年之平均量為標準，特別乾旱之年，其紀錄較平均量低 33%，特別雨多之年，其紀錄較平均量高 33%。
- (2) 在長時期間，每有三年繼續乾旱。其每年紀錄，只有平均量 80%。

茲將本年 (1935) 三月卅日，香港 天文台在各報所公佈去年 (1934) 全年之氣象紀錄一則，摘列於下：

1934 年全年，香港 有地震 353 次，比 1933 年少 3 次。

夏間本港附近發生颶風 24 次，皆未吹至本港。其在 180 哩內者，有 2 次。

風行速率每小時108公里(67哩)。

夏季天氣陰濕。由四月至八月,有日光之時甚少。全年日光時間只得1843小時。六,七,八,三月之濕度皆在本港紀錄之上,故此三月間所得之雨量亦較任何年之同一時間為多。全年共得雨量97.665吋,其中有79.61吋係在六,七,八,三個月中所獲得者。

就溫度而言,一月最寒,七月最熱,最低溫度為 $42^{\circ}.3$,最高為 $93^{\circ}.1$ (華氏表),就多年比較,去年颶風可稱稀少。

觀乎上列紀錄,可見香港氣候之一斑。關於地震一項,紀錄中雖有三百餘次,惟普通人所能感覺者,不過一二次,且時間短,強度小,對於生命,建築,毫無影響。

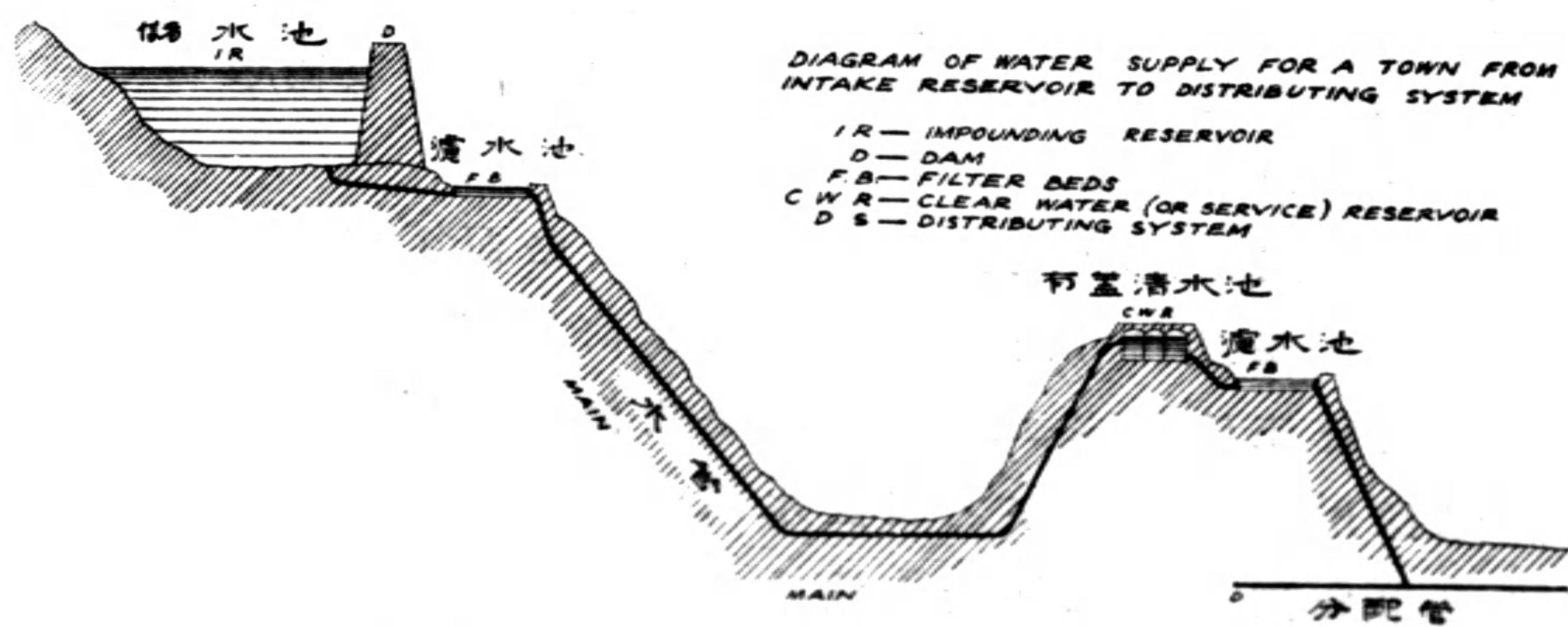
與香港氣候極有關係者,厥為風。舉凡溫度,濕度,雨量,等無不隨風變化。通常冬季吹東北季候風,夏季則吹東南季候風。颶風時期,約在六月與十月之間。風速每小時,高至127公里(79哩)係在1932年中,颶風發現於港南200哩內時。大雨之來,每在颶風後。如1929之前半年。原屬荒旱異常,及颶風一起,挾八吋雨水排山倒海而來,枯涸見底各水池,轉瞬儲滿外溢,旱年忽變為水年,即其一例也。

(四) 香港給水情形及水質

香港水源,來自天雨。在未經人工整理時,所降雨水,除有一部浸入泥土,沿石層流出成溪外,大部皆掠過地面而入海。溪水清潔甘冽,當時之海船,漁艇,莫不取水於此。香港亦名香江迨由於此。居民為便利計。多有鑿井而飲者。富有之家,每自建水池儲水,以備旱時應用。及人口增加,市政進步,此種情形已與社會不適合。港政府有鑒及此,乃積極進行關於水務之建設。公共清水之供給,始於1863年,當時僅以維多利市為限。1883年着手大潭谷計劃中各水池與水溝之建築。1910年建築九龍之第一儲水池。1977年大潭谷水池正式啓用,大潭谷計劃於以完成。1924年城門谷計劃之前段開工。1932年,該計劃之後段起首。至此計劃之完成,預定應在1938年。

居民需水分量,在1934年平均香港島上每日約11兆(百萬)加侖,九龍方面約7兆加侖,共約18兆加侖。然觀1933年十月間之全港儲水量,合計大小11儲水池,不過2,983兆加侖,若連旱三年,則真不堪設想。將來城門計劃完工,年可增加3,200兆加侖,而水荒可免矣。

接儲雨水之法,係在市區之外,劃定區域為接雨區(Catchment area),不許污穢投入。於谷中擇地築堤,雨水沿山流谷中,不得外洩,即成水池。其不能直接流入谷中者,則橫沿山麓築接水溝(Catchwater)承之,而引入池。池內蓄魚,使食蚊之幼蟲,而防蚊患。水濁時,則加明礬及石灰沉澱之。所加二物之多少,視水之透明程度而定。通常每加侖(gallon)水中,每物恆在一粟(grain)以下。水出儲水池後,經水管或水溝而入濾水池。濾過之後,始入清水池。略加綠氣消毒,即經水管分配各用戶。甲池高於乙池時,則用溝或管連通之,使水自流;反之,則用機將水泵上。濾水池之在香港島上者,現有八處,分建市南山上,與各儲水池直接或間接相連通。九龍方面則有緩濾池(Slowfiltration plant)及伯特生式「重力速濾池」(Paterson's "Rapid gravity" plant)各一處。皆與城門計劃相關連。第四圖。即表示水由儲水池,經濾水,清水各池而至分水管之程序也。



第四圖 城市自來水儲取分配圖解

市區住戶概設水龍頭。宅內裝置。由業主負責，宅外裝置，由政府負責。用水多少，有水表為憑。（前有一部分屋宇，係憑屋租多寡征收水稅一次，以後即不再收，亦不安設水表，因見耗水太多，且難稽查，此法業已取銷，用戶概須安設水表。）每季由水務科派員查閱水表，核算水費。凡納差餉之屋宇，得享受小額之水量，逾額始計值（通常皆逾額），每千加侖七角半。水表租銀，依表之大小而定。最普通者為管徑 $3/8$ 吋， $1/2$ 吋，及 $3/4$ 吋三種，年租各為8元，10元，及14元。賬單投交業主，由其自向庫務司署繳納。建築公司用於建築之水費，則為每千加侖銀一元。以上係指普通應用，曾經濾過之清水而言，此外倘有特殊情形。只需未經濾過之水者，每千加侖只收三角半。有若干區域，道旁設有公共水龍頭，以備居民蛋戶（即小船家）之接取，不另收費。供給輪船之水，則用水艇運售。如住戶引山溪水作水廁，花園之用，則水不取費，惟須納水管所經公地之地租。亦有臨時規定辦法者，如九龍塘有一部住宅所用於水廁及花園之濁水（即未經過者），係來自一特建之儲水池，由每宅業主一次繳納份金二十元，不設水表。不收水費（僅指濁水而言）。遇天久不雨，則將供水時間減少，日僅送水數小時。譬如作本文時（1935年四月）放水時間只為午前六時至十時，午後四時，至九時。雖無全日放水之方便，尚足敷日常之使用，所謂「制水」者即此也。

工業組織，如太古船塢、太古糖房及前大成紙廠等，皆向政府領取地段，自行蓄水應用。就中大成水池經由政府收回，改舊加新，即今之香港仔水池也。

消防用之龍頭，分設市內街旁，與埋於路面下之總管相連。如失火地點在海邊，並可用機吸海水灌救。前曾有人提議設一海水供給之系統，使消防、水廁、酒街等項，全用海水，計雖甚善，障礙亦多，故終未採用。惟新建屋宇之裝置水廁者，其水廁用水，多在其界內鑿井取用，此則用水雖增，於水池殊無影響也。

香港水質，原係天雨，故為軟水（Soft water），其由接雨區地面

收集者尤然,平均2,5/100,000在雨期中,則不免沙泥之夾雜,濁度遂高,除用明礬石灰沉澱外,為消毒計,濾過後復增所加氯氣之分量,始行輸送用戶。氯氣分量多少,須視濾水池之優劣而定。經過最優濾池者,每百萬分之水中只加氯氣1/4分,至於陳舊濾池所濾者,則氯量增至水量一百萬分之一矣。氯氣之加入,係用拍特生式加氯機(Paterson Chloronome),使水流過時綠氣自動加入。

各區總管之水樣,每日皆由政府衛生醫官採取化驗,作微菌,化學兩方面之檢查。關於微菌方面,係取若干量之水,用化學手續,以查其有無微菌之痕跡。照理而言,水量愈多,則此痕跡愈易得,故以水多而不得其痕跡者為純。港中清水經化驗結果,計50c.c.水無微菌痕跡者,居水樣(Samples)總數89.9%。10 c.c.有痕跡者8.1%, 10 c.c.以下有痕跡者,不過2.0%而已。

香港政府化學師曾採取香港九龍山上之地面水而加以分析,覺其成分之變動甚大,多為雨量所影響。其報告中之兩種數字即表示其上下限也。計每100,000分水中,各雜質之分數如下:

固體物 (Total solids)	11.8	至	3.6
氯化物中之氯 (Chlorine as Chlorides)	1.27	至	0.67
遊離之氨 (Free Ammonia)	0.0137	至	0.0011
含於蛋白質之氨 (Albumenoid ammonia)	0.0104	至	0.0011

就中左行各數字屬於濁水,右行屬於淨水,皆根據香港政府前微菌專家(Government Bacteriologist)米勒氏(Dr. E.P. Minett, M.D.)之報告也。

(五) 薄扶林水池

香港政府供給公共用水之初,係在1863年。其最初建造儲水者,即薄扶林之池也。其容量計2兆加侖,地位在香港島之西端。用一10吋鑄鐵水管引至羅便臣道之水缸。管長約3哩,缸之容量200,000加侖。另設巨缸一具於太平山頂,容量850,000加侖。共用經費

170,000 元。125 個救火龍頭及 30 個供水龍頭皆在設備範圍內。在 1866 至 1871 年之間，又加建 66 兆加侖之儲水池一處，用款 223,000 元。次則築一有蓋引水溝，以代鐵管，長亦約 3 哩。其後人口逐漸增加，衛生日趨普及，政府慮及缺水之危，乃聘專家研究，此 1882 年事也。於是有大潭谷儲水之計劃。

1890 年石塘咀加建之濾水，清水各池落成，用款 37,000 元。清水儲量增加 941,000 加侖。

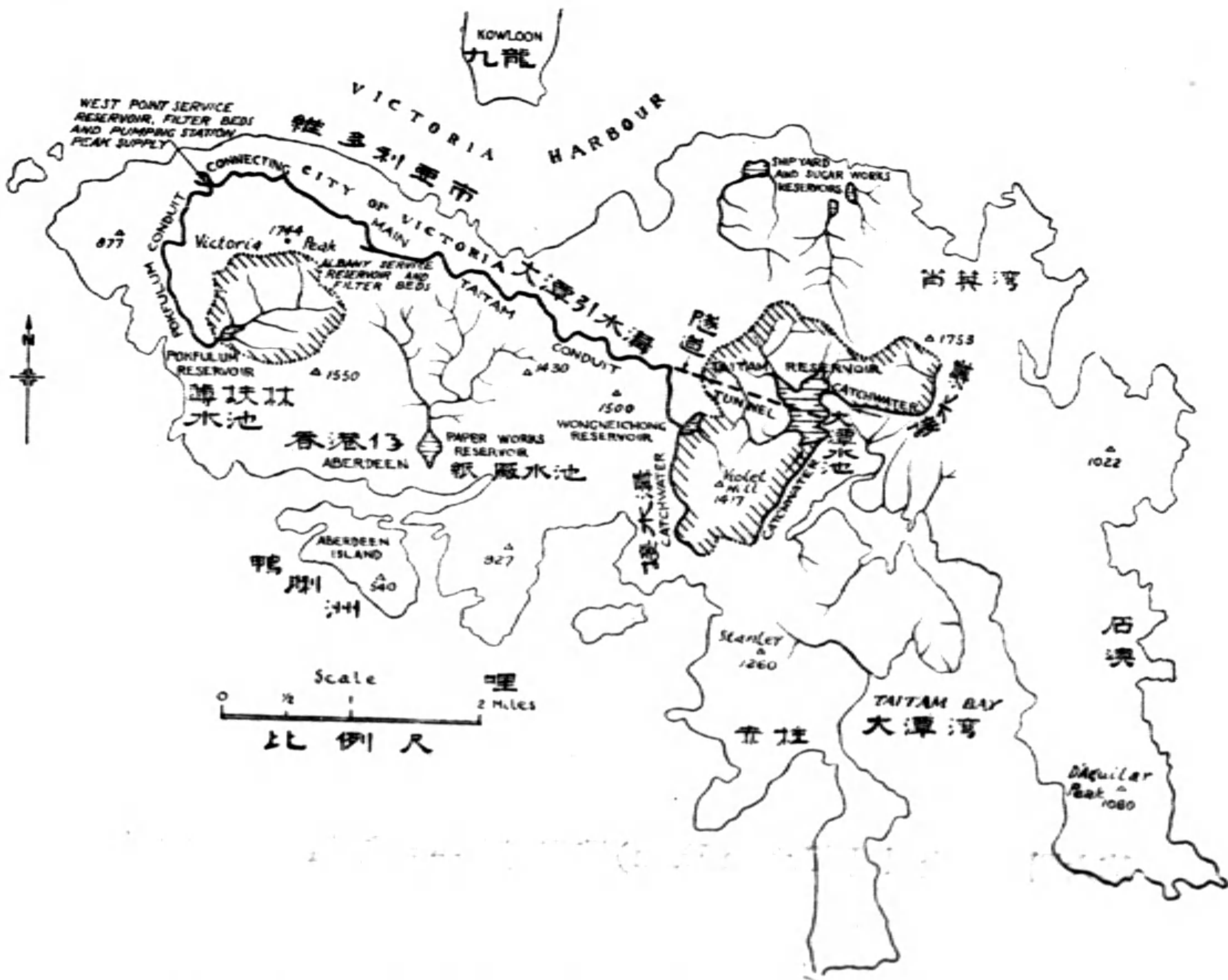
1891 年以來，山頂區域之用水，係用蒸汽水泵將水泵高 487 公尺 (1,600 尺)，至山頂之一小池，濾過後始分派用戶。此水即吸自薄扶林水溝者。及 1914 年，更建一新泵水站 (Pumping station) 於香港大學之西，發動力為蒸汽，引擎為橫臥式，水泵 (Pump) 亦橫臥式。其行程方向與引擎之活塞 (Piston) 同。其增加水壓力計分二步，正常出水每日 144,000 加侖。鍋爐則蘭開夏式 (Lancashire boilers)。

(六) 大潭區域水系

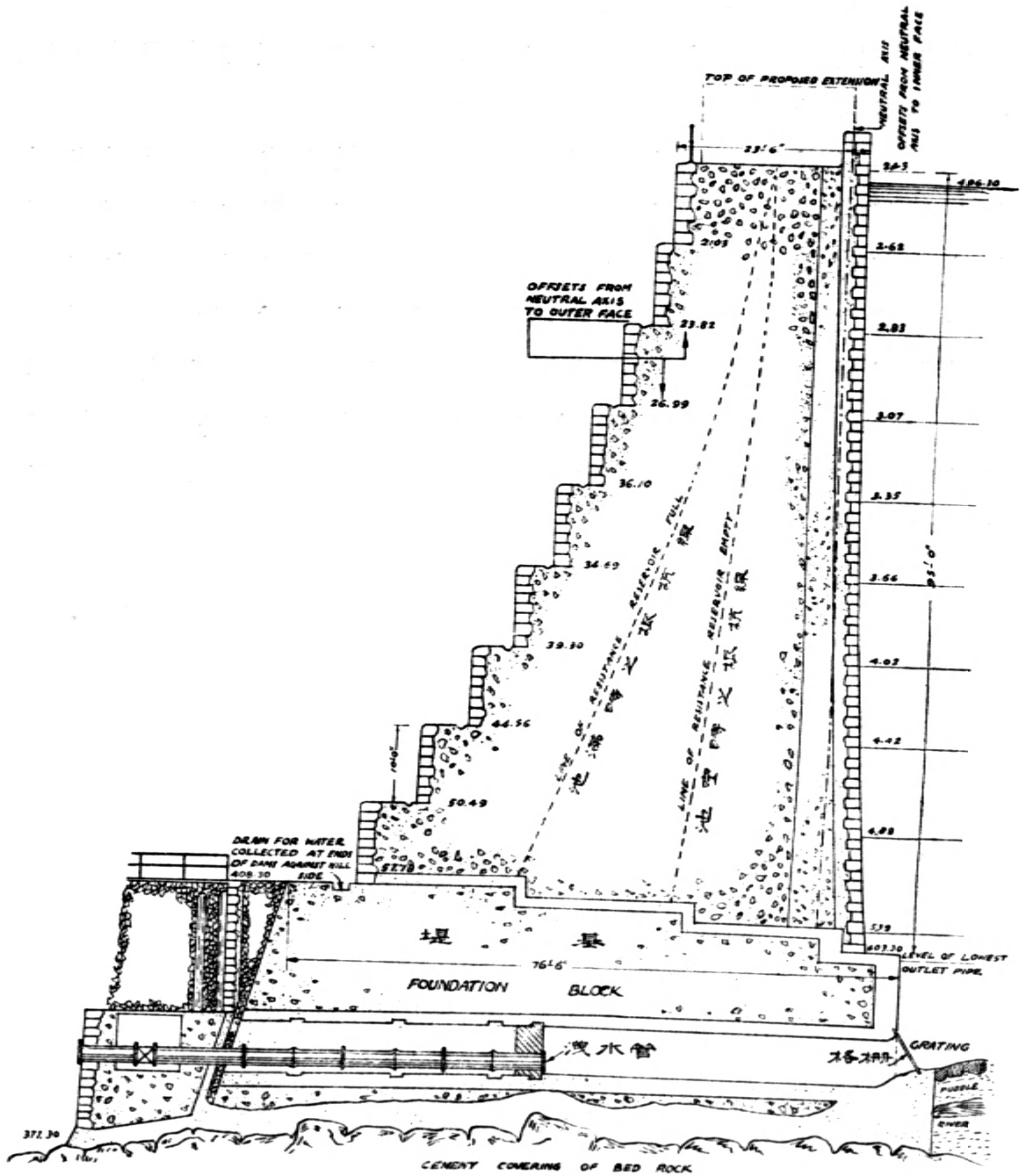
所謂大潭谷儲水計劃者，係在大潭谷中，擇地築堤，建儲水池數個，加造接水溝數條，將大潭區域之雨水引儲池中，鑿一隧道，再將池水由島之南方引至北方，因大潭在南而市區在北也 (參看第五圖)。於是用引水溝 (Conduit) 將流出隧道之水引至濾水池。全部工程於 1883 年開始，1917 年完成。計共水池五處，儲水容積共 2,055 兆加侖。其第一段工程為大潭水池之建築，而將水引至市區，故其主要部分為水堤，隧道，引水溝，濾水池，清水池等副之。共費 209,579 磅，照當時匯價算，約合港幣 1,257,000 元。就中堤工約居 47%。隧道 25%，引水溝 16%，其餘僅佔 12%。

大潭水池在大潭山之東，距市區約 8 公里 (五哩)，面積 31 英畝 (acres)。容量原為 312 兆加侖，今為 384 兆加侖，蓋水堤曾經一度增高也。所屬接雨面積 (drainage area) 計 700 英畝 (acres)。大潭谷中原有溪流每日能供水 200,000 加侖；池中之水實以此居其大部。

大潭堤第六圖及影二與三)用混凝土建築,外砌石面。下設洩水管,為排除積淤或放空水池之用。堤高120呎,水最深處100呎,堤頂厚23½呎,底厚62½呎。初建時即已預備增加10呎之高度。建築時,先將選定基址之泥土挖去,見石為止。於石上蓋水泥沙(Cement mortar)一層,再用混凝土填平。然後始灌混凝土之基礎及堤身。堤身大部係用蠻石混凝土(Rubble Concrete)築成,於向水方面加細密及特別細密之表皮(Fine and Extrafine skins)二層,再砌方塊石面一層。其向下遊方面亦砌粗石一層。平均斜度為3比1。所述蠻石混凝土,係於混凝土中加以大塊花岡石而成。其混凝土之成分為水泥1份,沙3份,碎石5份(¾吋徑者2份,1½吋徑者3份)。其特細表面層厚2呎餘,為水泥1份,沙3份,石2份所組成,灌時特別留心,蓋用以隔水也。



第五圖 1889年時香港島上儲水池及接雨區



第六圖 大潭堤(Tytam Dam)橫断面之一，建於1883—1889年

碎石,拌土(混凝土)等工作,以人力居多。機械方面,亦參用12馬力之碎石機及8馬力之攪拌機各一具。沙係取自大潭灣,距工作地點低150公尺(500呎),遠2½公里(1½哩)。水泥多來自英國,本港出產者亦用少量。

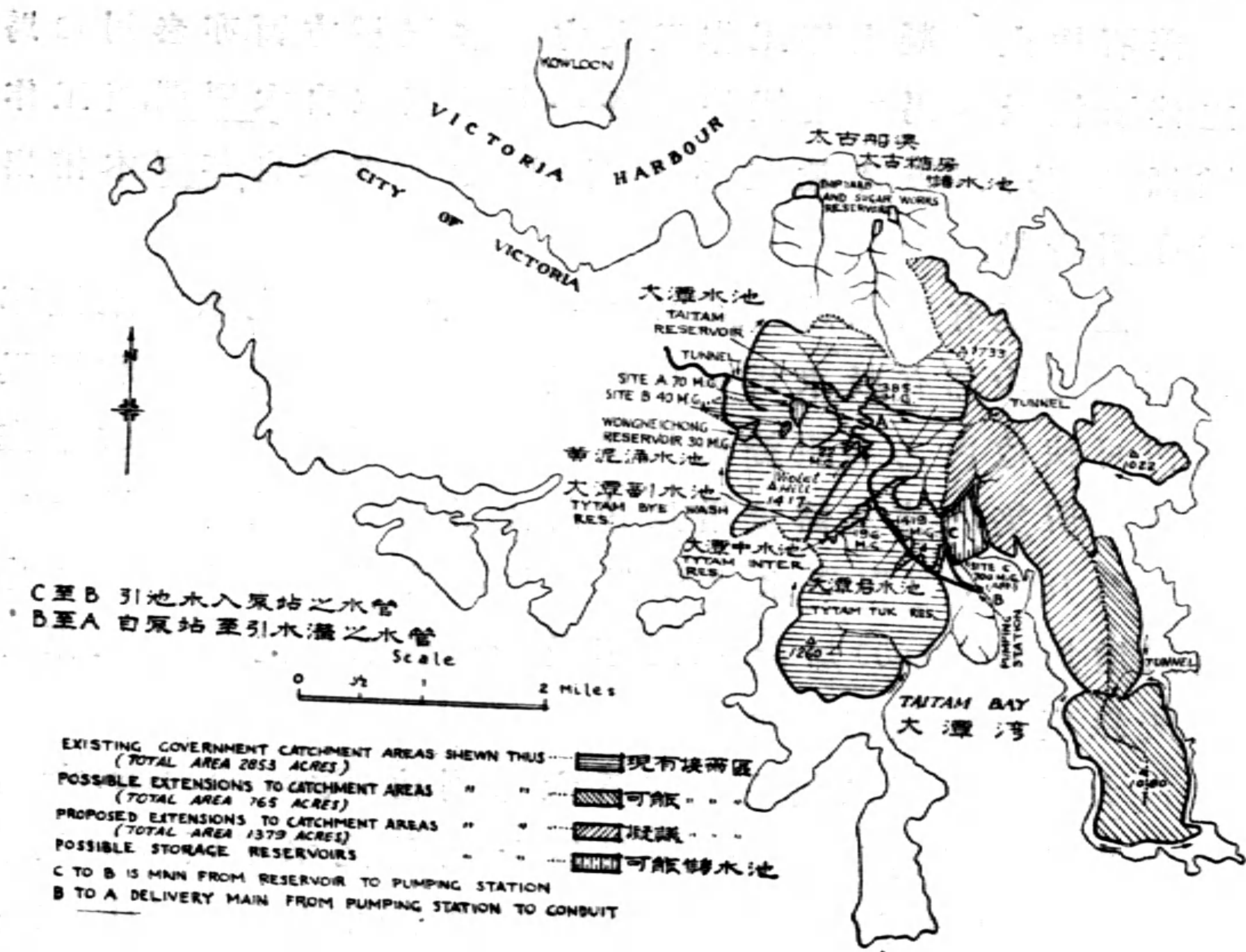
堤之附近有洩水道(Spill way)一處,以洩過剩之水,故水溢不經堤頂,堤之中部有吸水塔一座,內設活門數具,高度各不相同。操縱活門,可使池內之水順勢流入隧道。堤高之增加,係在1897年完工,為石料所築成。池水儲量增加後,島上各池之總儲量遂增至451兆加侖,及1899年黃泥涌水池(參閱第七圖及影七)建築成功,港中水量又增加30,340,000加侖,惟仍不免1902年水荒之苦。此大潭計劃之所以積極繼續進行也。

繼大潭,黃泥涌二池建築者,為大潭副池(Byewash reservoir 參閱第七圖及影五與六),容量22.4兆加侖。所儲之水亦順勢流入引水溝,堤頂加木板,可將容量增至26.3兆加侖,惟因效用不佳,業已將板廢去,本池作用,係於雨期間儲積由大潭水池經洩水道溢出水。故其堤係建於洩水道下遊之山谷中。1904年間完成。

其次厥為大潭中池(Tytam intermediate reservoir 參閱第七圖)之建築,此池較上述三池低,較大潭君見後則高。池水不能如三池之自動流入引水溝,故設泵水機二副,每日每機能由池中將1½兆加侖之水輸入隧道中,與來自三池之水同道入市區。此池於1907年完成。至是第一段工程始稱完畢,共費港幣896,140元,通達各池之道路及5.3公里(3.3哩)之水管(18吋徑)皆在其內。

其第二段工程,為大潭君(粵俗字,讀篤)儲水池(參閱第七圖)及其附屬物之建築參閱影八至十)。

當1902年時,香港雨量缺乏,放水時間減至每日一小時。港中用水多有由外埠以輪船裝運而來者。天旱水少,時疫盛行。其時居民已增至三十萬,原有水池不足以備荒,此為促成大潭二段工程之最大原因。



第七圖 大潭區域之儲水池及接雨區

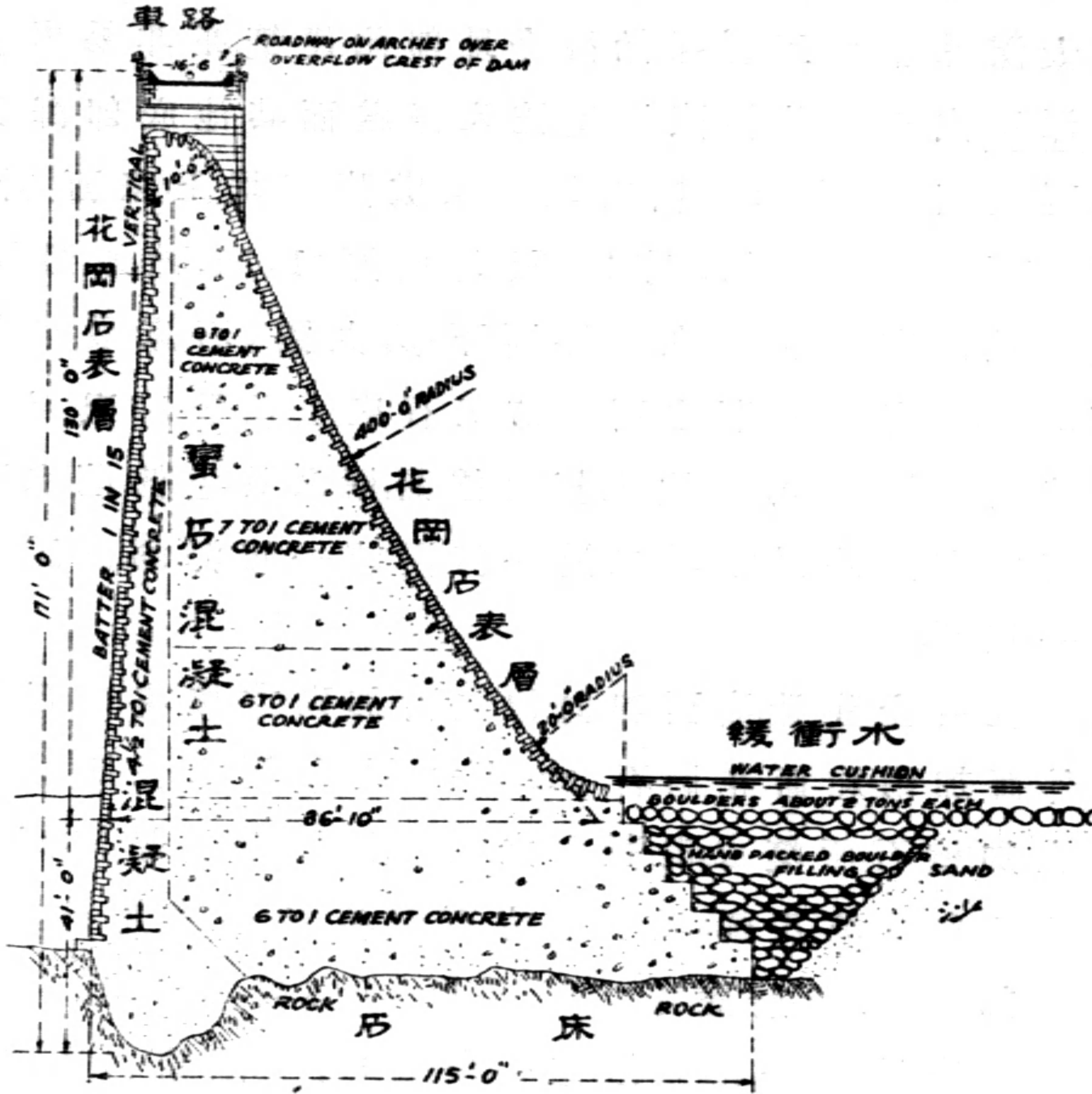
大潭計劃中,最後亦最難之部分即此龐大之大潭君水池,之建築。於1912年開工,1917年始竣。主要工作分爲試探地質,選擇堤址,建築高堤等。至泵水站之擴充,送水管之安設,尙其附屬者也。執行機關爲工務局,主其任者則當時工程師嘉斐(D. Jaffe)氏也。

全段工程,大概分爲下列三項:

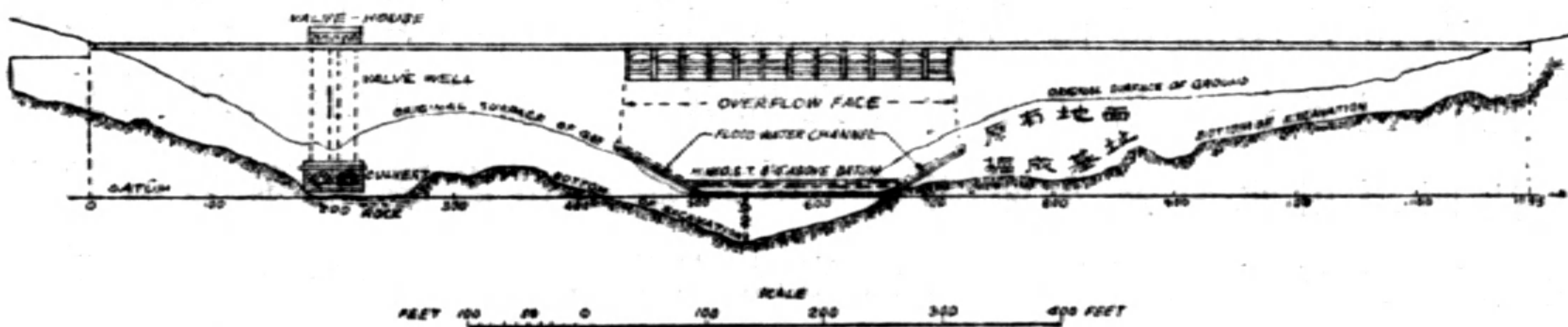
- (1) 在海平面建一儲水池,容量1,420兆加侖。
- (2) 擴充大潭灣泵水站,增加泵水機二副,每副每日由儲水池泵水3兆加侖至大潭隧道。
- (3) 安設約2½哩長之18吋徑水管一對。

堤工由華人建造公司投得,三項合計約2½兆元(港幣)。限五年完工。開工後,當事人皆積極從事,果於限內完成。

試探地質後假定之堤址計有二處,皆在大潭灣之尖端其初



第八圖 大潭君堤在洩水孔處之橫斷面



第九圖 大潭君儲水堤正面及基址縱斷面

擬地位(參看第七圖之可能儲水池)雖有較大之接雨區及儲水量,惟石床太深,殊難施工。再探始得今址。即此建築,亦非易事也。堤須堵截大潭溪之水流。故橫陳於溪流入海處,而其池底即海底(高潮時海水可倒灌)。堤長1,255呎。由堤基深處度至堤上路面,計170呎, (第八圖),至洩水孔(Overflow)亦161呎。堤底厚115呎。池水最深處117呎。挖掘基址時有238呎係在海平面下(第九圖)。石床最深處為溪底對下30呎,或春季低潮水面下27呎。石床上並鑿10呎至20呎寬之槽備造堤舌(Tongue),使池水無由透漏,槽深竟達低潮水面下41呎。工作時,造有臨時阻水堤二道,一防溪流,一防海潮。施工之困難,此僅其一端耳。

堤為混凝土建造,裏面即向池之面加砌方塊花崗石(granite ashlar),外面加砌粗面花崗石(granite rubble),用水泥膠結之。堤身為混凝土加蠻石所築成。混凝土之成分,依堤身之部位而異,由6比1至8比1參看第八圖。其在裏方石面後者,則僅用4比1之配合,而不參加蠻石。此層底厚10呎。頂厚3呎8吋。蓋用以隔水者也。洩水孔上有車路,即香港島道之一段,寬16½呎(圍牆內距),有12拱門支持之。洩水孔每孔寬20呎。護腳石(Water Cushion)延至153呎。池水滿溢時,即由洩水孔流出,經護腳石沿原有河床入海。本池於1915年起首儲水,是年泵過市區之水計86兆加侖,1916則泵325兆加侖之多。至1917始正式啓用,儲水量1,420兆加侖。

大潭君水池地位只在海平面。大潭溪上遊各水池之過剩及本池所屬各接水溝之水皆歸之。惟其地位低故不能利用順勢引水法,而須用水泵將水泵高400呎,以達過山之隧道。泵水站設於大潭灣之西岸,主要機械為低速蒸汽引擎(Slow speed steam engines)二具,直接與往復動程式水泵(Reciprocating pumps)相聯,每具每日能輸水3兆加侖入隧道。其發動機之所以用蒸汽而不用電流者,則以建築時(1915年)電力尙未普及於該區,而其地當海濱,煤炭之運輸便利也(參看第七圖)。

之水，而提高水面之高度。故本區域有儲水池二個，而以「上池」，「下池」分別名之（第十圖）。接雨區面積共計 1390 英畝 (acres)，儲水量 272 兆加侖。所儲之水由鐵管引至市區附近之濾水、清水各池，此其大概情形也。

本區計劃之動工，係在 1929 年初建上池，（影十一）堤為混凝土巨方砌成，粘結則用水泥，容量 180 兆加侖，水面高出海平 365 呎。造價 400,000 元。其水由 18 吋徑鋼管一條，順勢引至石塘咀附近之伊律濾水池 (Eliot filter beds)，管長約 5 哩。1931 年八月，其水已達於用戶，正式啓用則在同年十二月。

「下池」(影十二至十四)之舊堤為支柱式 (Buttress type)。其在路面之長度為 440 呎。由堤頂（即洩水孔之下邊）至河床最深處達 63 呎。洩水孔 (overflow) 長 110 呎。其高度為海平上 261.35 呎。堤身雖已太舊。基礎尚可無虞，故只將其圯壞部分拆去，代以新材，而將其形式改良加大。向水面加上隔水層，其外面則蓋以混凝土製之巨塊（係在香港仔製好用架空索道運上者）。建堤而外，尚有一部主要工作，即浚深池底，以增容量是。事後統計，如此增加容量之費用為每立方碼合 57 仙，惟照城門水池算，則每立方碼僅 50 仙，即使城門規模不如現今之大，所費亦不至在 57 仙以上，可知改舊原未必較創新為經濟也。

下池附近有泵水站一座。所用之水泵為離心式 (Centrifugal pumps)，發動則用電流，能將下池之水泵至上池。或直接輸至濾水池。1932 年九月完工，用費：二池及附件共約港幣二百萬元。

上述各區水池，皆指接儲雨水溪流者而言。尚有接受九龍方面輸運過港之水者不在其內。茲將島上各池之容量及完工年份等見下頁附表。

1932 年島上所用水量，計濾過清水 3517 兆加侖。未濾者 53.4 兆加侖。平均耗水率，計清水每人每日 25.1 加侖。所用清水之中竟有 651 兆加侖之多，係由九龍經過港水管運來，居全量五分之一強。

(附)1932年(即民國廿三年)香港島上儲水池一覽表

儲水池名	完工年份	固定容量* (兆加侖)	1932年外溢時間 (日數)
大潭 (Tai Tam)	1889	384.80	68
大潭副 (Tai Tam Bye wash)	1904	22.40	43
大潭中 (Tai Tam Intermediate)	1907	195.90	101
大潭君 (Tai Tam Tuk)	1917	1,419.00	65
黃泥涌 (Wong Nei Chung)	1889	30.34	27
薄扶林 (Pokfulum)	1863	66.00	37
香港仔上 (Aberdeen Upper)	1931	173.23	10
香港仔下 (Aberdeen Lower)	1932	110.00	無
總計		2,401.67	

*所謂固定容量,係指水升至固定洩水孔時之容量言。若加開門,增高水面,則容量當不止表列之數。

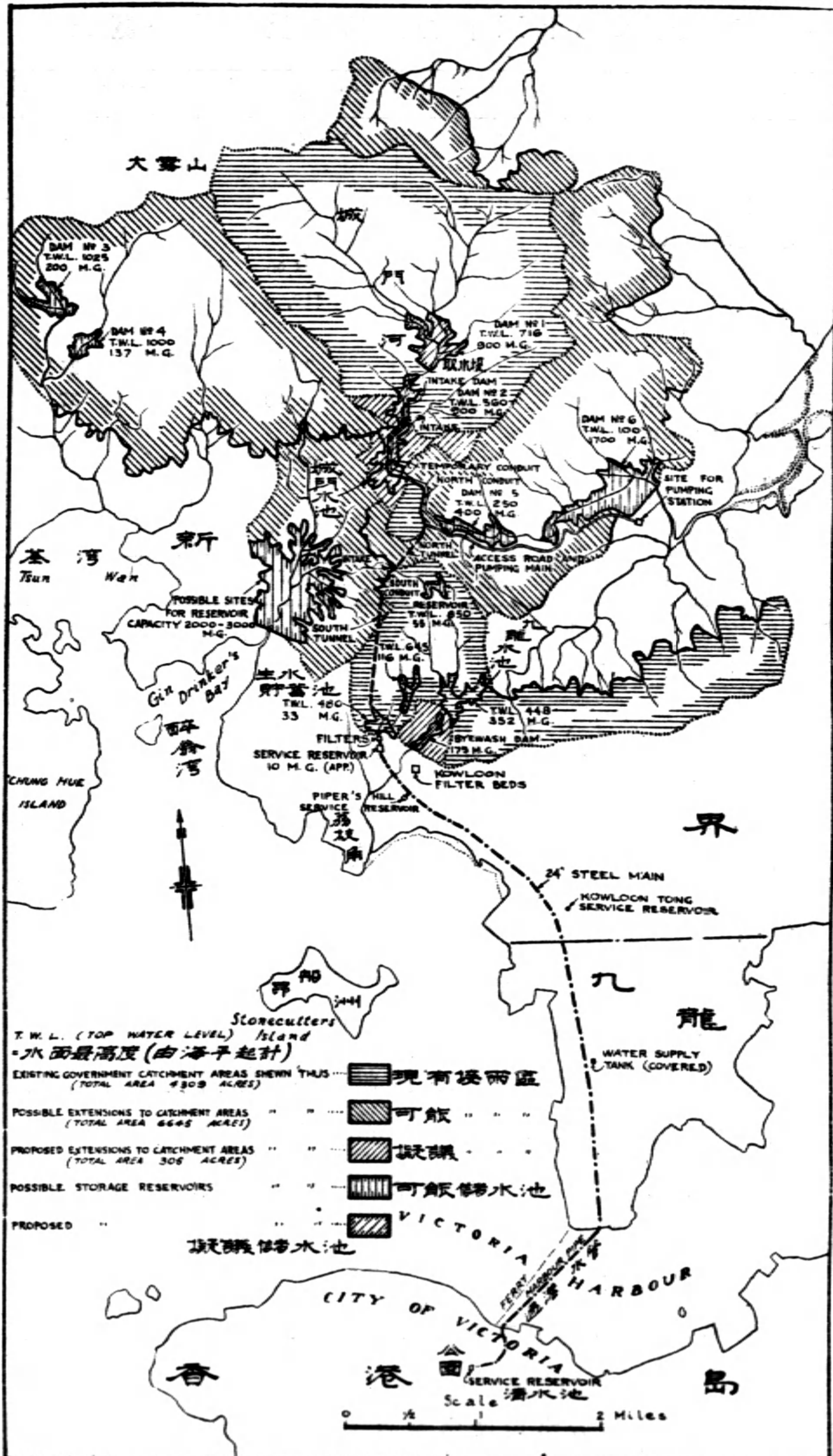
(八)九龍區域水系

九龍方面(新界在外),據1891年之調查,只有居民19,997人,不過現在十五分之一,且散居村落中,故所飲用之清水,概由井中汲取。據1895年工務局之報告,則當時居民用水,係取自分設各區之水缸,缸中之水,則係泵自水井三眼而注入者,每日供水250,000加侖。至九龍儲水池之動工,則在1902年,正式供水,則在1910年。

九龍多山,與香港島同,儲水池地址可高出海面四五百呎,故得利用順勢引水法 (Gravitation scheme) 而收事半功倍之效。

九龍水池之計劃包含下列各項(參閱第十一圖):——

- (1) 儲水池一個,容量374兆加侖,天然接雨區438英畝。
- (2) 看守人住宅。
- (3) 接水溝(Catchwater)二條,一引400英畝之雨。一引28英畝之雨。
- (4) 清水一道,
- (5) 總水管一條,將水由儲水池引至濾水池。
- (6) 濾水池三個,面積共約2,400平方碼。



第十一圖 九龍區域及城門谷計劃之儲水池，接水溝，及輸水管

- (7) 總水管,由濾水池連結清水池。
- (8) 清水池一個,容量 2,183,000 兆加侖。
- (9) 總水管一條,由清水池通達油蔴地及九龍各支管。
- (10) 其他雜項。

儲水池之主要部分為水堤(影十五至十六),橫建於荔枝角溪流中。平面彎曲作弧形,半徑 240 呎,在頂上之長度 600 呎。自基礎最低處至堤頂高 112 呎。最厚處 72 呎,有出水孔 (drawoffs) 四處,高下相距 20 呎,其最低者出海高度為 375 呎,最高者 435 呎。固定洩水高度為 488 呎,堤身為混凝土及石材所建築,其結構除無洩水孔 (Overflow) 外,與大潭君水堤略同。其幹部為混凝土,裏面(即向水面)砌方塊花崗石。外面砌粗面花崗石。幹部與方石間有 1:1:3 混凝土一層,在堤底處厚 5 呎,漸上漸薄,至頂僅厚 2 呎供隔水之用。堤頂有 9 呎闊之道路一條,高出海平 454 呎。出水孔後有 10 吋徑直立鑄鐵管一具,與各孔相連。各孔皆有活門 (Valves), 節制水流。此等裝置,概在堤中部之豎坑中,亦即放水塔之下部也。豎坑下端,與一隧道相連。隧道中置 10 吋徑鐵管一條,與豎管相接即引水至濾水池者。另置 12 吋徑鐵管一條,橫穿堤脚而過,即洗池放水時用之洩水管 (Scour pipe)。

上述主堤之南,有放水堤 (Overflow dam, 影十七,) 一道,亦為混凝土及花崗石所建築。長 140 呎,自堤基最低處至過水之堤頂高 23 呎。堤頂上用方石造墩,架橋通兩岸。橋面寬 9 呎。橋孔 10 個,每長 10 呎。皆有鐵閘,可以升高至 2 呎。升時池中之水自亦隨之而升。堤有護脚石 (Water cushion) 二段,流水槽一部,並有自動紀錄流量儀器之設備。

接水溝之注入九龍水池者凡二。其主要者自水池東端起,沿九龍各山之北麓而達獅子山北向之溪流為止。所截接兩面積,計有 400 英畝 (acres) 之多。全部係就山面實地挖成,其橫斷面之尺寸,近水池之部平均闊 21 呎,深 7 呎 6 吋;漸遠漸小,至盡頭處僅得 15×8

平方呎。溝底一旁，另造V形小槽一道，以引旱天之流水。沿溝每200呎造一沙井(Pit)橫過溝底，使暴雨時泥沙就此沉澱。在溪流入溝水勢洶湧處，則留洩水口以洩過剩之水。溝之外旁有6呎寬之小徑一條，與溝並行，遇洩水口，則架橋而過。溝底襯4吋厚水泥混凝土一層，溝牆則用石灰混凝土(Lime concrete)，厚度亦4吋。溝底斜度為1與2,400之比，滿時每小時可流水20兆加侖，此蓋預備將來接雨面擴展至1,000英畝(即增加600英畝)，而雨量多至每時一時亦可應用者。

第二接水溝計長500呎，橫斷面積7方呎，接雨區28英畝。所接雨水，流入副池。

九龍儲水池之水，係供九龍區域用者。後又在其附近續造九龍副池(Kowloon Byewash Reservoir)、石梨貝(Shek Li Pui)水池及「生水貯蓄池」(Raw Water Reception Reservoir, 參閱第十一圖)等，則香港島及九龍區皆可應用矣。

九龍副池影十八)之地位較正池為低，造價350,000元。1925年動工，1931年完成。所容之水，以來自正池之放水堤者為大宗。容量185兆加侖。

石梨貝水池在九龍水池之西。洩水孔(即最高水面)高出海平645呎。容量100.7兆加侖。此係指自洩水口(Overflow)至出水管(drawoff)而言，遇必要時尙可由洩水管(Washout Pipe)放水15.3兆加侖應用。滿時池水面積15½英畝。於1925年六月啓用。堤高73呎，長310呎。有出水管二條，一通九龍水池，間接分佈九龍。一連「生水貯蓄池」，與城門來水相匯，而達港島方面。造價約計260,000元。「生水貯蓄池」為城門谷計劃之一部。在南隧道之南端，接收城門來水，分佈香港，九龍。水面高出海平480呎，容積33兆加侖。

(九) 城門谷計劃

香港，九龍之人口，在最近數十年中，增加甚速。社會之文明程

度，亦與日俱進，用水之增加率，遂較人口之增加率為高。雖港九兩區之水池增多，一遇旱年，仍不免水荒之苦。於是港政府乃注意於新界城門區域之利用，而城門谷計劃於以產生（參閱第十一圖）。

城門谷計劃之發起，早在十五年前。提議者，為工務局內工程師，至其具體辦法之籌謀，則以當時水務科長，現任工務司亨德生（R.M. Henderson）氏之力為多。

1920年，亨氏及其助手着手城門區域之測勘調查。1924年，始將報告預算等件呈諸港政府。其報告計分五段。前三段為接儲廣大區域之雨水，用順勢引水法，使其濾後後流入市區應用，每日出水至少11兆加侖。所當建造者，有引水溝，隧道，儲水池，濾水池，水管，道路等。

第一段：將城門河之水引至九龍儲水池，水流途程約3.4哩。

第二段：於城門谷上游建儲水池三個，以容2,000兆加侖之水。

第三段：在大霧山南麓築一接水溝，以接收2,575英畝之雨水引入城門谷。並在接水溝北方高地建總容量340兆加侖之儲水池二個，以容接水溝一時不能容納之水。

以上三段成功後，可儲2,340兆加侖之水。

第四段：為新接水溝之增加，及二個儲水池與一個泵水站之建築。二池容量共為2,100兆加侖。

第五段：於醉翁灣（Gin Drinker's Bay）東北角溪流入海處建巨堤一道，以成容量2,000—3,000兆加侖之儲水池，預計每日可供水5兆加侖，由水泵經水管送入南水溝。

如此五段皆完工，則可加增全港水量每日32兆加侖。即使人口再增，在最近數十年內，亦無水荒之虞矣。

港政府於1924年五月奉到英倫理藩部批准城門計劃第一段之公文後，立即着手興工。於城門河上游橫建取水堤（Intake dam，影十九及二十）一道。另造綿延數哩之引水溝（影二十一）一條，越澗穿山，將堤內之水引至九龍各水池。堤長1154呎，有洩水口一，長50

呎，自基礎最低處至堤頂，高34呎，全體為混凝土所造。洩水口（即滿時之水面高出海平515呎與堤相聯者為臨時引水溝（一俟城門水池成功，此溝即將廢棄），長6,030呎，傾斜度為1比272，全部一律。與臨時引水溝之南端相啣接者，曰北引水溝，長2,900呎，斜度1比1,930，每日能通水20兆加侖。其南為北隧道，再南為南引水溝，長2,000呎，溝南為南隧道。二隧道合計，共長6,840呎。所謂「生水貯蓄池」（Raw water reception reservoir）者，即建於南隧道之出口外，地居石梨貝谷之下游，容量33兆加侖。附近建濾水池一處，每日能濾5兆加侖之水，有蓋清水池一處，容量11.4兆加侖，面積2英畝，安設24吋徑，4.4哩長之總管一條，北通清水池，南達九龍角（Kowloon Point）。在荔枝角 *Piper's Hill* 附近設1.55兆加侖之清水池一處，接收總管之水，分配於九龍區域；水滿時深18呎3吋，高水面出海平275呎，頂為混凝土造。香島方面則由岸邊安24吋徑，0.6哩長之總管一條通達植物公園 Botanical Gardens，俗名兵頭花園）內新建之清水池。連通兩方總管者，則為沿海底敷設之過港水管。上述工程中，除安設總管由英國顧問工程師包辦外，餘皆本港工務局所主理。承造者中英建築公司均有。自1926年起，水已至九龍。即1929年最早時期內，每日亦得水1兆加侖之多。至引水過港之成功，則在1930年。其過港水管之工程，亦有研究之價值，略述如下：

用鋼管引城門水增加香島水量之建議，始於1922年。其一切設計，皆由英國顧問工程師負責。其過港部分，原擬用18吋徑套銲（lap welded）鋼管二條，安置於在海底挖備之溝中，然後以混凝土包圍之；造價預算達200,000磅，約合港幣二百萬元。後以用費太大，乃改用12吋套銲鋼管一條，（參閱第十二圖），於1930年啓用。每日輸至香島之水，計約2兆加侖。

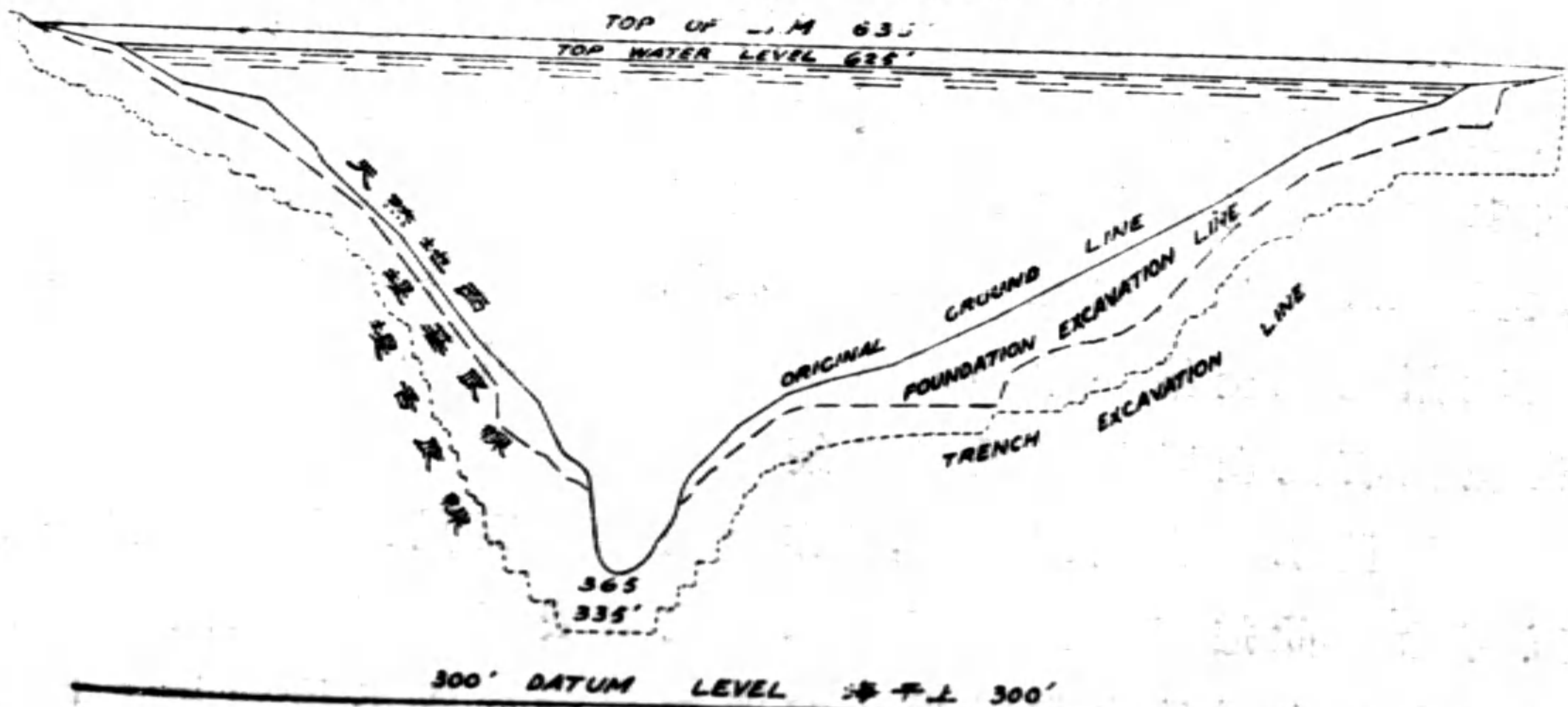
管壁厚7/16吋，內徑12.265吋，每管原長20呎，皆由英國運來。管端鑄成陰陽套接之款式。抵港後，將管每5節銲接成100呎之長管一節，安設時即用此等長管，過港水管，全長約5,700呎，計用此百呎

長管 57 節，每 300 呎（即每長管 3 節），加插球狀接頭（第十三圖）一個。每 600 呎有伸縮節（Expansion joints）一道，以備鋼管伸縮，或下沉變位時，不致有裂罅發生。管下每 300 呎有混凝土墩一具以支承之，各墩間則有金屬線相維繫。管所經過海底，有二段係屬軟泥，則浚深之，填花岡石塊，以作承管之基礎。

管未安時，先浸熱熔之瀝青液中（hotbitumastic solution），然後裏外皆貼拖過瀝青熔液之隔水布（Bessian cloth）。用裝有載重 60 噸之起重機之巨艇一隻，在港內管綫最深處（約 65 呎）起首敷管。進行 1,000 呎後折至起點，再依反對方面進行。如此更迭向岸敷設。香港方面先到達。全工共用 57 日。管安定後隨即擇要處加上重約 17 噸之混凝土鎮方（Anchor block，第十四圖），以防管之移動。照計算，此管每日能輸水 3½ 兆加侖至 280 呎之高度（海平上）或 4½ 兆加侖至 180 呎。現此管之水係送入公園（Botanical Garden）內新建之清水池中，高度為海平上 240 呎，是管之輸送量每日儘可多至 4 兆加侖，惟為安全計，不使水流超過每秒 6 呎之速度，故實際上，正常流量只為每日 2½ 兆加侖。最近又有加設 18 吋徑過港水管一條之設計，合同由 Hume Pipe Co. 向香港政府投得。將來完工，本港水量更增加不少。

關於城門計劃之第二段，原擬建池三個，後經考慮，決將其中之二合併為一。所用水堤當然較高，而此堤工程即本段之主要部分也。開工時係在 1932 年之末，預計完成當在 1937 年。該項工程為英國工程公司（Messrs. Binnie, Deacon & Gourley）所包辦，有代表工程師（Gifford Hull 氏）在工作地負責主持。由荃灣村至堤址，有車路直達，長約 3 哩。堤址附近築屋四十餘所，可容一千五百人，電燈，自來水，皆備，電力由設於九龍之中華電力公司供給（該公司原有輸電幹線一條適經堤址上空，故取電甚便）。自來水則取自臨時設備之小型供水廠。在堤址上游不遠，築小堤一道，作一儲水池，有 16 馬力之電馬達二具，22 馬力汽油機（Campbell Oil Engine）一具，後者係在未能引用電力時裝置使用者，現已暫停。水泵（Worthington Triplex

Pumps) 將水由小儲水池舉高 265 呎, 至一容量 30,000 加侖, 用混凝土建造之有蓋儲水池, 然後自動流入水管三道。各經一機械濾水機 (Caudy mechanical filter) 而達用戶。至建造用之水, 則另用水管接送, 電力每英制單位價值由 4 仙至 4.8 仙, 依用電之多少而定。惟輕便鐵道之車頭, 可移動之起重機 (Travelling crane)。及兩架固定起重機 (Derricks) 等, 係用蒸汽發動, 餘以用電為多。1933 年一月間, 曾鑽孔 73 個 (用 rotary shot drill 二具), 孔深合計 2,600 呎, 以探谷中地質, 而定堤址。鑿孔動力, 係用壓縮之空氣。各壓氣機合計共有 37.5 馬力。機械設備, 計有碎石機, 篩石機, 攪拌機, 起重機, 架空纜道, 輕便鐵道, 車頭, 列車, 水泵, 汽車, 裝配機器小工廠中之設備等。轉動各機之馬達計有 30 具, 共計 1,600 個馬力。全部機件共值港幣約八十萬元, 其中新舊皆有, 完工後, 尚可轉售。所用水泥, 預計約共七萬噸。照平常製造工作算, 可贍養 1,500 工人過一長久之時間, 故雖外來水泥有廉於本港者, 仍決採用本港出品, 暫以第一年為期。同時為減低水泥價格計, 免去裝包手續, 用輪船由水泥廠直接將水泥大量運至在荃灣之德士古火油公司碼頭。(向該公司暫租之一部分), 轉載汽車直達堤址。盛泥者為 5 噸裝之鋼製承受器, 裝卸概用起重機。此法至今仍照辦, 除省去裝包工作及麻袋, 木桶等包皮之消耗外, 復免建築儲藏室 (如買入口泥, 則此室不能少), 於提倡本地實業中, 固仍有經濟方法與入口廉價貨相抗衡也。



第十五圖 城門谷在堤址處之橫斷面

城門儲水池之堤址及堤式，決定於1933年之七月。其地在城門河中部，最狹處距沙田海邊四五哩，地質多為岩石，非常堅固。重力堤 (Gravity type) 及弧形堤 (arch dam) 皆適宜。幾經斟酌，卒用前者，並決定一部分用混凝土，一部分用手砌花崗石 (hand packed granite) 建築。此堤完工時，當重2兆噸，高300呎，(自基礎至頂，參閱第十五圖)。堤身下端厚600呎。堤身約分三部，其禦水面用特「肥」之混凝土 (Extra rich concrete)，每立方碼混凝土中用水泥690磅) 築成，禦水性極強，基礎深入河底石床達25呎。禦水面後之支撐部 (Thrust block)，亦用混凝土建造，惟每立方碼中只有水泥300磅，基址較前述之部分為淺。禦水面與支撐部間加隔水層 (Watertight diaphragm) 一層，以阻水之透過，而備將來偶因地質變化，前後二部升沉不一時，不致互相牽掣而破裂，並留暗道，以便檢查此層之用。支撐部之後，為用手密砌之花崗石。此兩部間，亦有「沙楔」(Sand wedge) 一層，亦為兩部伸縮上下時之緩衝。堤上無洩水口。預計於河之南岸上部鑿一隧道，入口在堤之上游方面 (即將來之水池方面)，成喇叭形，口徑80呎。由此入山，環繞堤之南端，傾斜而下，通至堤之下游方面。將來池滿時，過剩之水即流經此道以入下游。在此建築時期，則鑿有17呎徑隧道一條，入河之北岸，長600呎，環繞堤之北端，連通上下游，將現有的水流經此引過，以便築堤工作，俟將來堤成儲水時，始堵塞之。開工之初數月間，此隧道未能鑿成應用時，則沿河岸造10呎闊，5呎深之水槽一條以引水。直至17呎隧道開用後，始將其廢去。堤脚中部，在與河床交接處，亦有小隧道一條，不用時，亦將塞閉，波蘿口 (Pine Apple Pass) 亦建堵水堤一道，高70呎，以阻由此外流之水。此堤決用土建，用混凝土築一中心隔水牆 (Concrete wall as core)，向水面則加砌花崗石之表層。此堤現正建築中。

城門水堤自開工以來，工作概用機器，而員工合計亦有一千五百餘人，故進行甚速。其運輸水泥之省費，省時，既如上述。其石材則取自谷中堤址之附近。鑽孔，輸運，摔碎，篩過，等手續，均用機械為

之。所用沙料之產地，距堤約 9 哩。爲節省工料及利用廢物計，遂將應用沙量之一半代以碎石副產之石砂。其灌混凝土之法，係於灌注區域先建支柱，上置漏斗狀之承受器，以接收用起重機由攪拌機運來之混凝土。器下有灌土管數具，可以隨意移動。灌土時，將管移向目的地（混凝土即源源流出。每一承受器可灌 50 呎見方之區域。每日全廠灌土約 300 立方碼。工價：在 1934 年九月間，每完成混凝土一立方碼之建築，需銀 25 仙；石料由石礦至攪拌機所經一切手續需銀 35 仙。預算需由山爆取運過山谷之花崗石約計 1,000 噸。至由各方運至堤址之石料則達一百五十萬噸。混凝土約 500,000 立方碼。預定建造時期爲四年。其最重要之下部堤基業已成功（參看影二十二），若無意外耽延，則屆期當能完竣也。

城門地在新界，英方租約訂至 1996 年。城門計劃之經費，則出於特舉之公債。約期滿後，雙方政府對此龐大建築之措置如何，現在尙未可知。

以上僅爲城門谷計劃之前二段。其後三段則一時尙未進行。蓋城門水池完工時，全港水量已甚充足，即照以往之人口增加率算，數十年內亦可無水荒之患也。

(十) 結 論

香港九龍以彈丸之地，荒處海隅，無名川巨泊之憑藉，竟能供應將及百萬人口之清水。從略處言，不過築堤，儲水設管分配，原理本極簡單。從詳處言，則當局之擘劃，地方之同情，經費之籌措，人才之張羅，皆須進行順利，始克成功，固非輕而易舉者。然因有清水而有居民，有居民而有工商百業，於是公地之出投也，地價之高漲也，捐稅之徵收也，種種財源，亦相隨而至，故港政府年中對於水務之建設費雖鉅，其直接間接得自水務之收入亦足以相抵而有餘，此城門公債之所以得人信用也。

芝加哥之活動橋

林 同 棧

弁言 芝加哥以活動橋著名。民國廿二年夏，作者特往調查；承該市工務局及各橋梁公司之領導，一一參觀，因得以洞悉其情形。茲就調查所得，撰成是篇，附以所攝相片多幅，以供國人參考。

芝市位密西根湖 (Lake Michigan) 之南。其沿芝加哥河 (Chicago River) 兩岸，乃最繁華之區也。河中舟楫，往來如織，芝市之發達，半由於此。十九世紀中，河上已建有旋轉橋 (Swing bridges) 多座，以聯絡兩岸之交通。迨該世紀末年，市工務局以橋多腐舊，危險堪虞，且橋墩及護樁 (pivot pier and protection) 豎立中流，有礙舟楫；而開閉費時，又慮阻滯橋上之行車；遂決計分期更換，代以開動式 (bascule type) 活橋。計今日在芝市管轄境內，除旋轉橋八座並升降橋等 (Lift bridges) 四座外，已建有開動橋五十五座：其中薛澤式滾升橋 (Scherzer rolling lift bridges) 十一座，司徒式 (Strauss type) 十七座，餘為芝加哥式。活動橋數之多，誠遠非他市所能及。其長短大小之不齊，形式年齡之分別，更足供吾人之研究與參考焉。

活動橋概論 活動橋之種類有六。⁽¹⁾一曰浮橋 (Pontoon bridges) 以船艘首尾相連，人馬通行其上。河中舟楫沿溯，則駛開船艘以通過之 (圖十七)。二曰轉運橋 (Transporter bridges)，橋上並不通行車馬，

(1) 參閱 "Movable Bridges", O.E. Hovey, Vols. I & II.

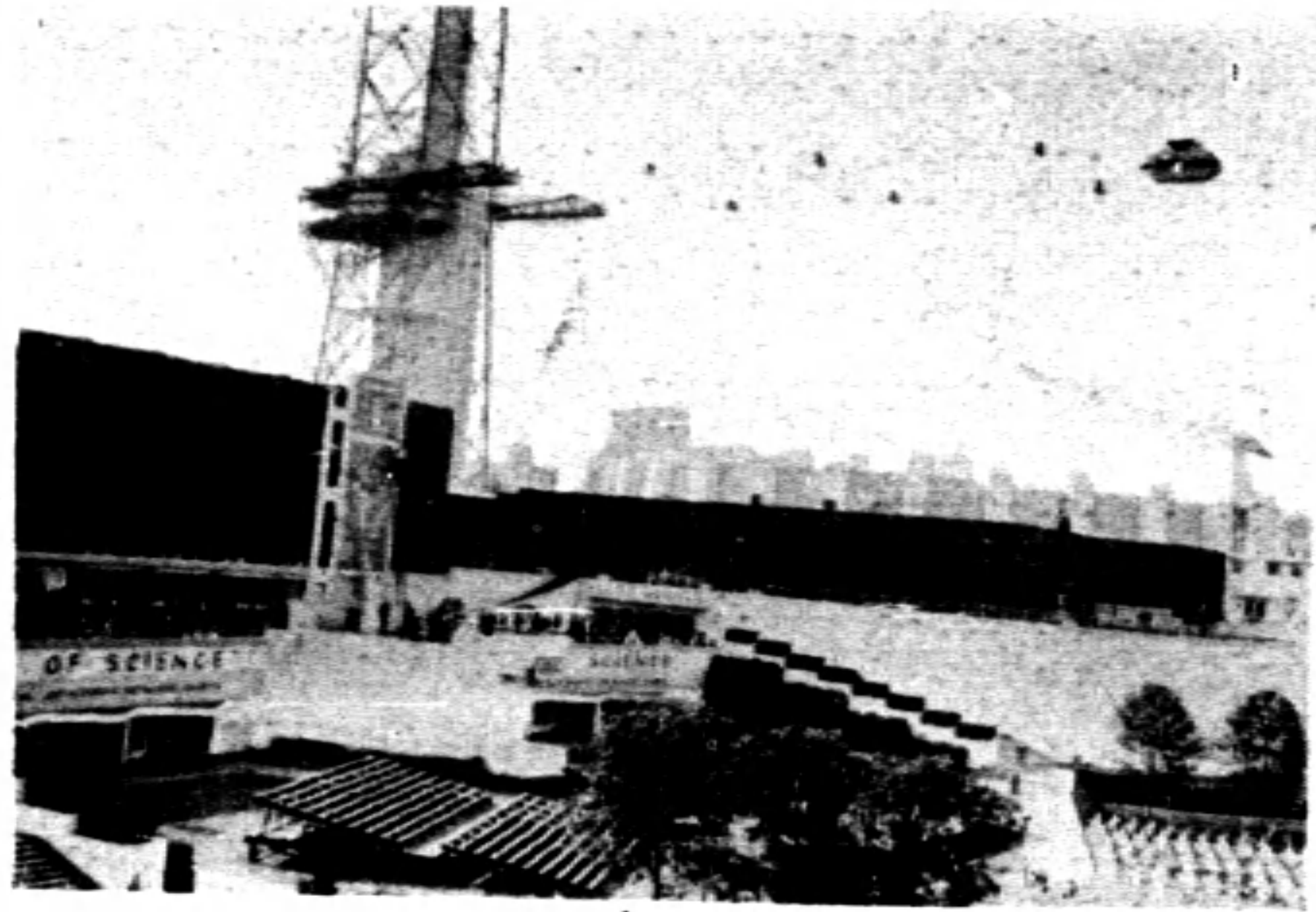
"Movable and Long-span Steel Bridges", Hool & Kinne pp.1—198.

"Bridge Engineering" J.A.L. Waddell, Vol.I., pp. 663—746



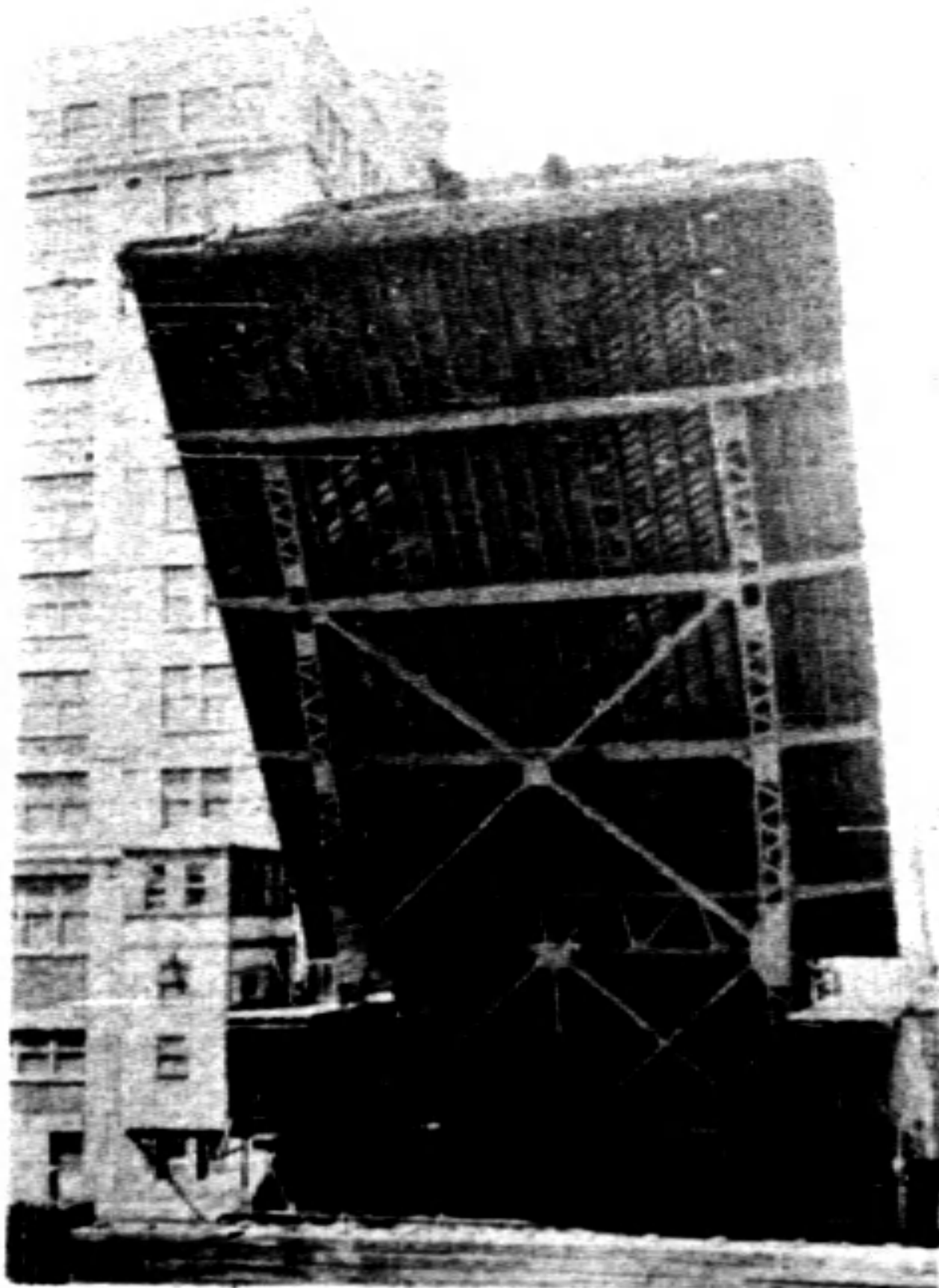
(一)

芝加哥河上活動橋之稠密情形



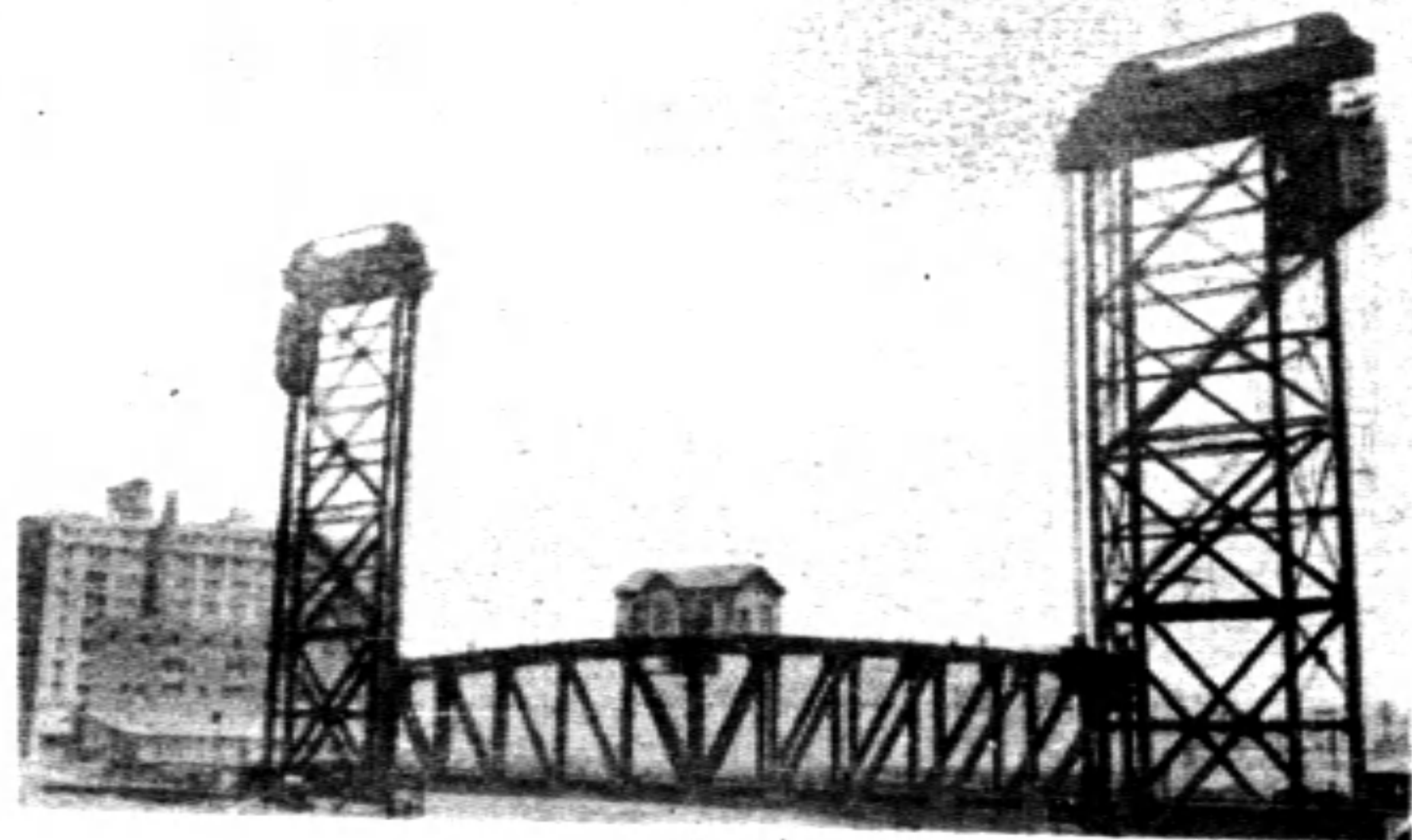
(二)

芝加哥世界博覽會中之轉運橋。渡河者先乘電梯沿塔而上，再乘電車。



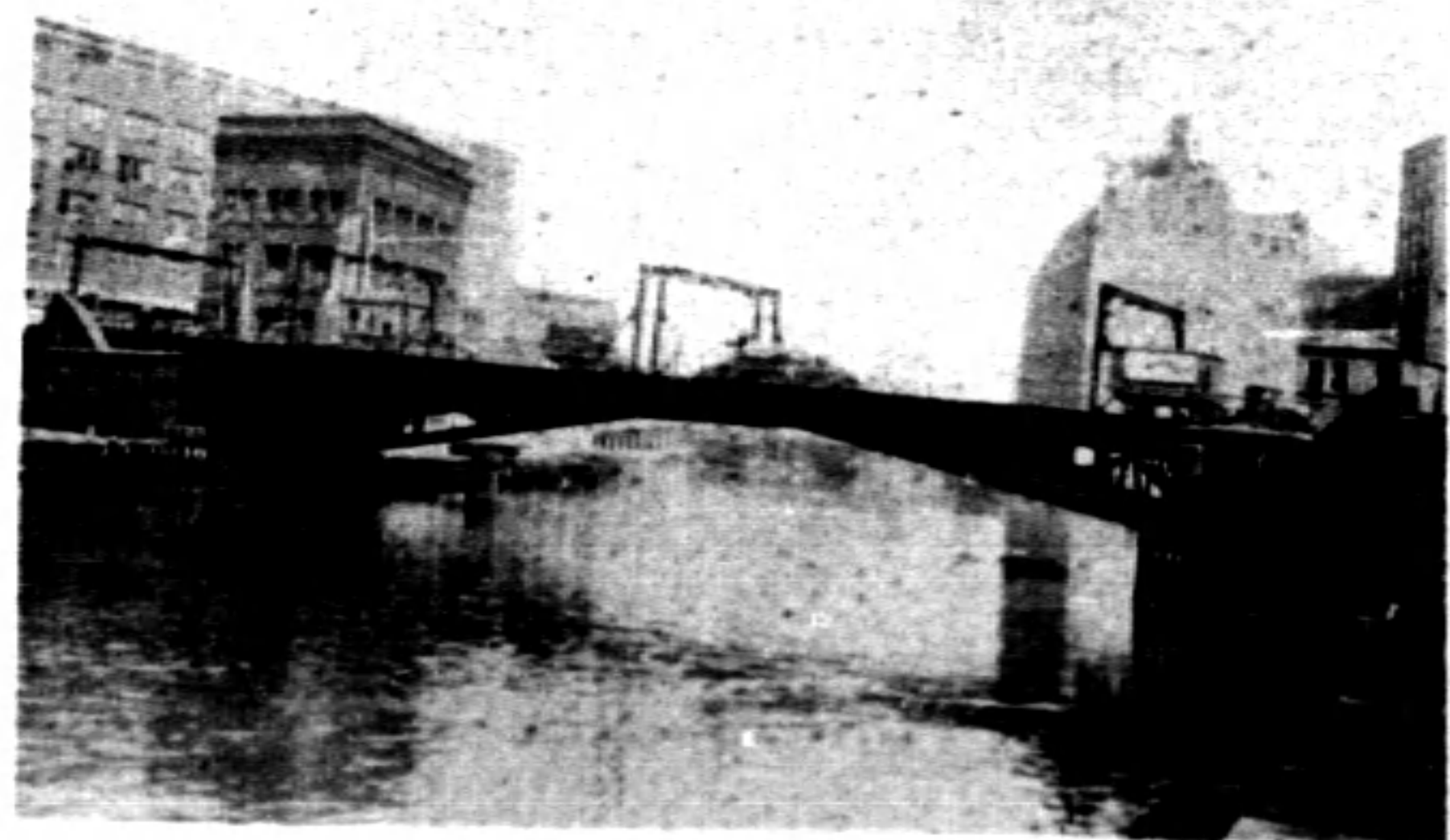
(四)

18 th Street Bridge, 係薛澤式滾升式雙葉活動橋，跨度49.2公尺。圖示橋之底面。



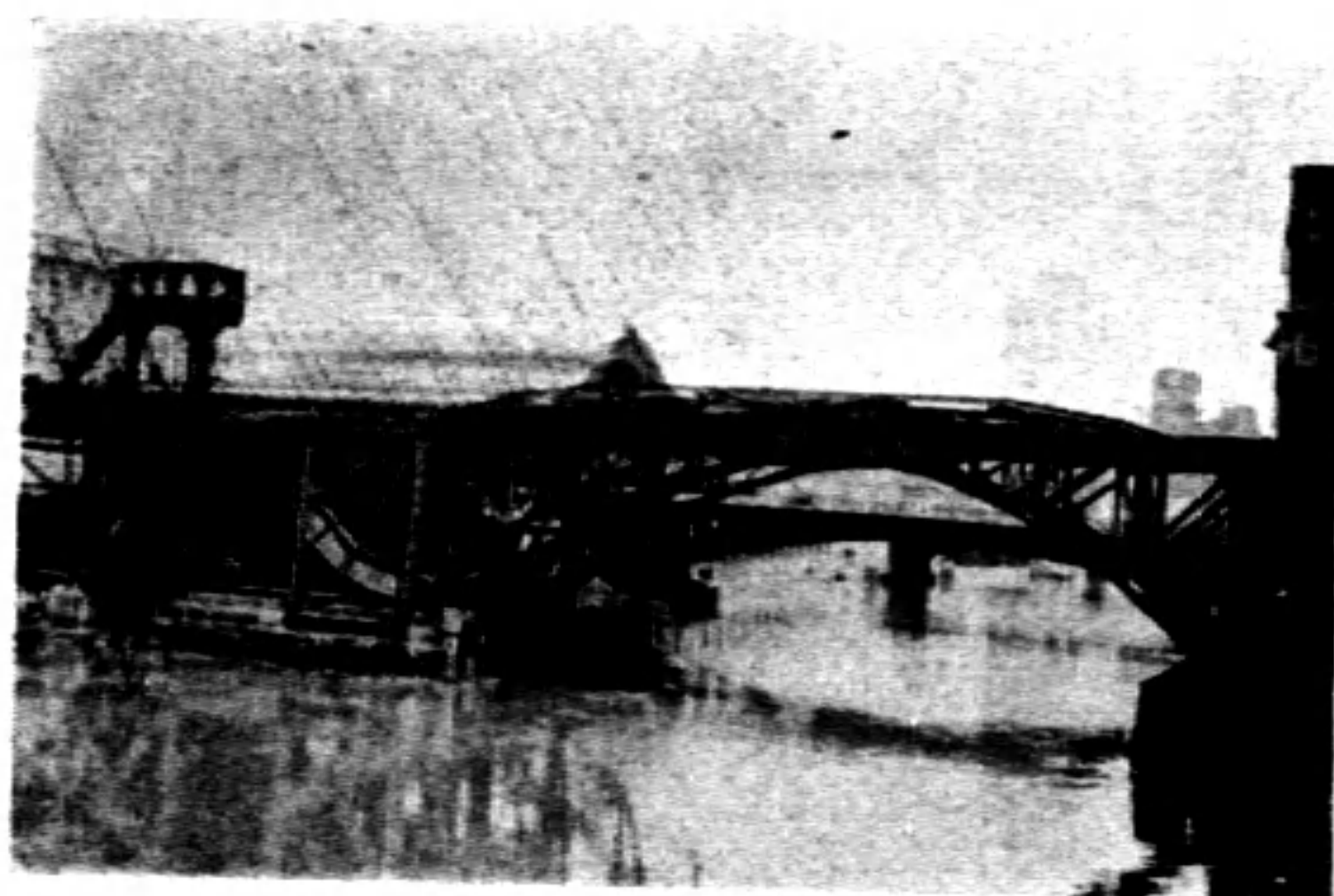
(三)

Pennylvania Railroad Bridge, 係雙軌鐵路升降橋，跨度83公尺，升高度34公尺。



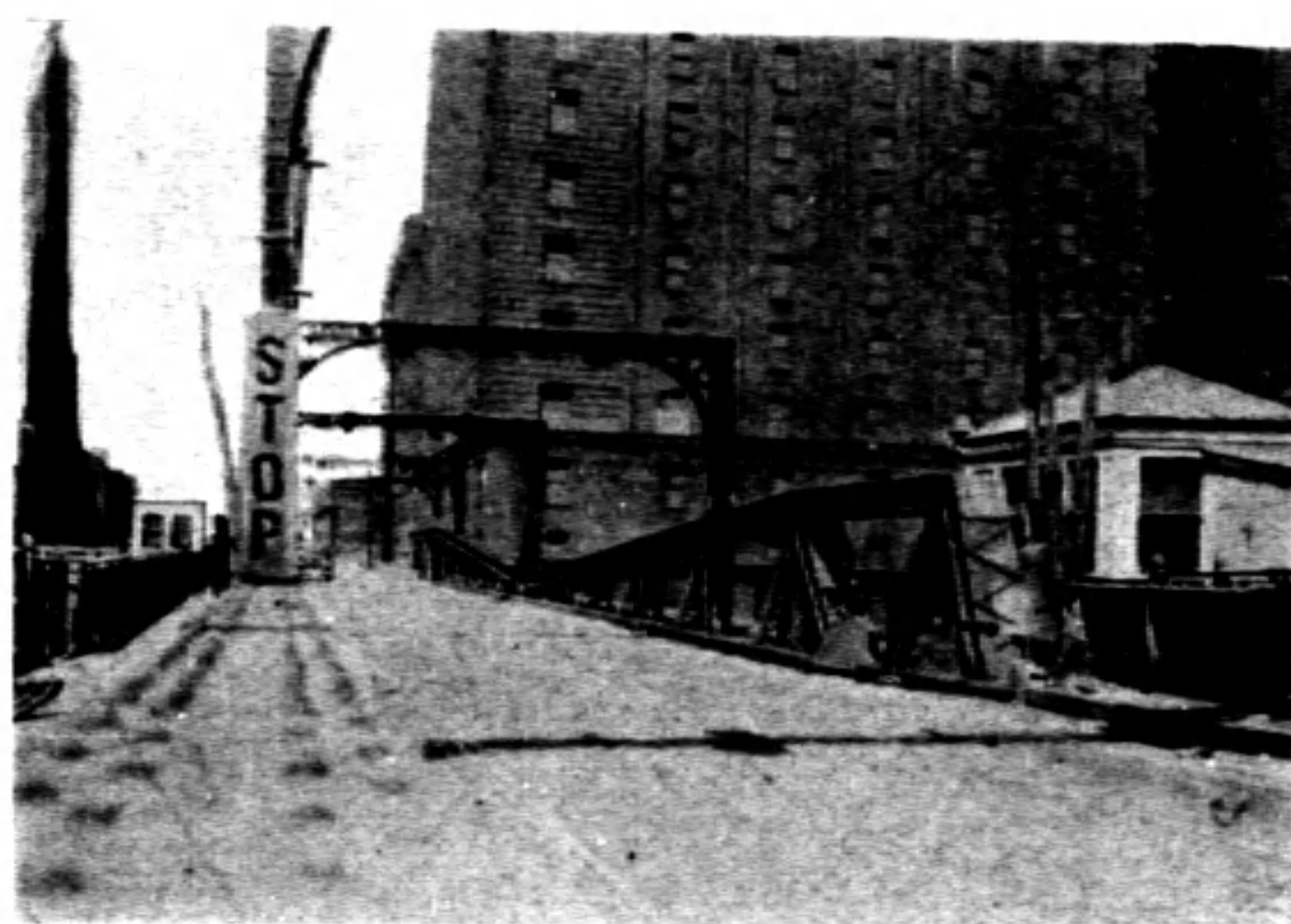
(五)

Harrison Street Bridge, 係薛澤式活動橋，跨度55 1/2公尺。梁之中部係鋼梁。橋墩及護橋不美觀。



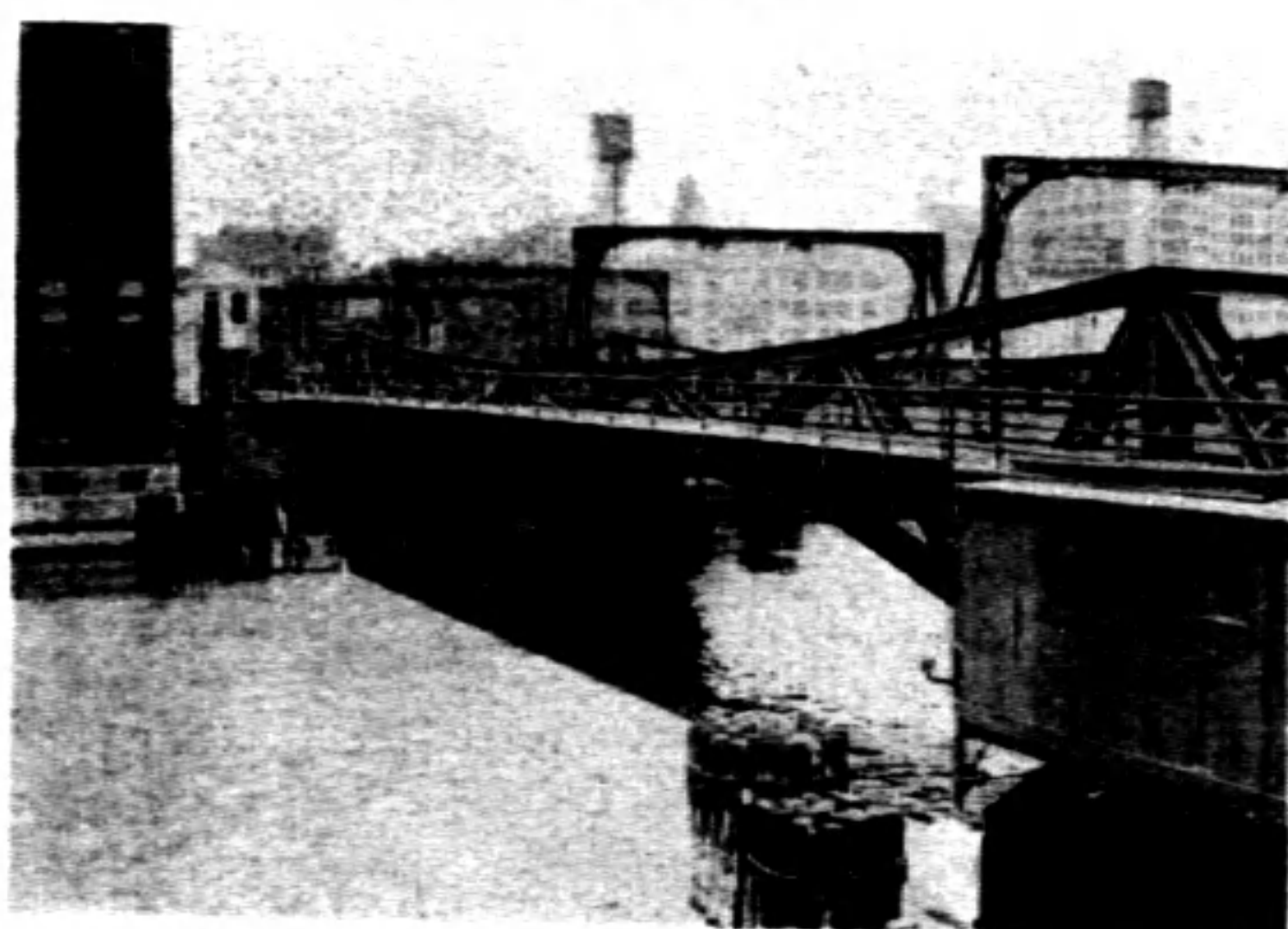
(六)

高架鐵路之薛澤式滾動橋之第一座，成於1895年，跨度35公尺有奇。



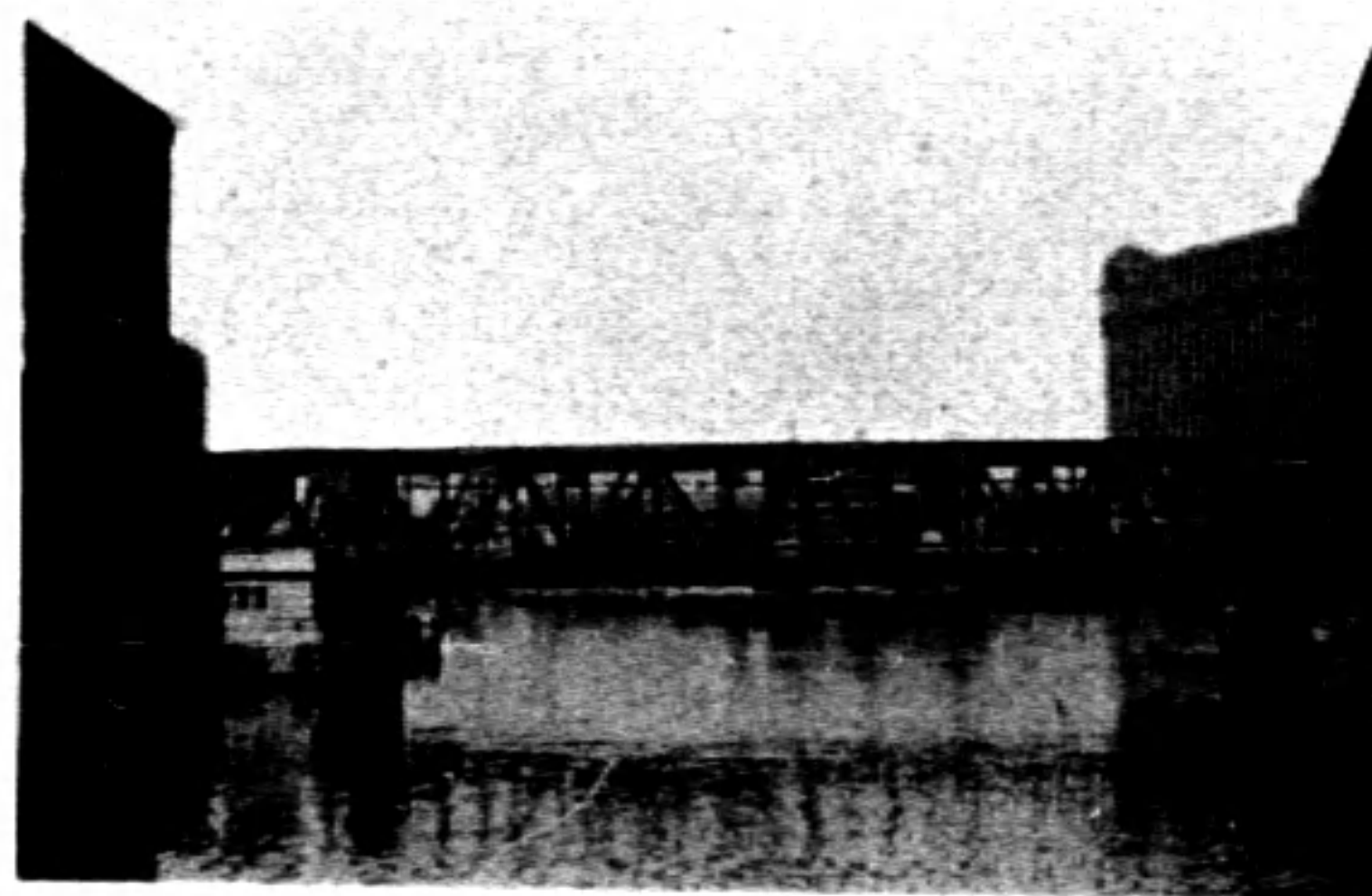
(九)

Polk Street Bridge, 1910年之司徒式第三種活動橋，均重藏橋下，跨度約59公尺。



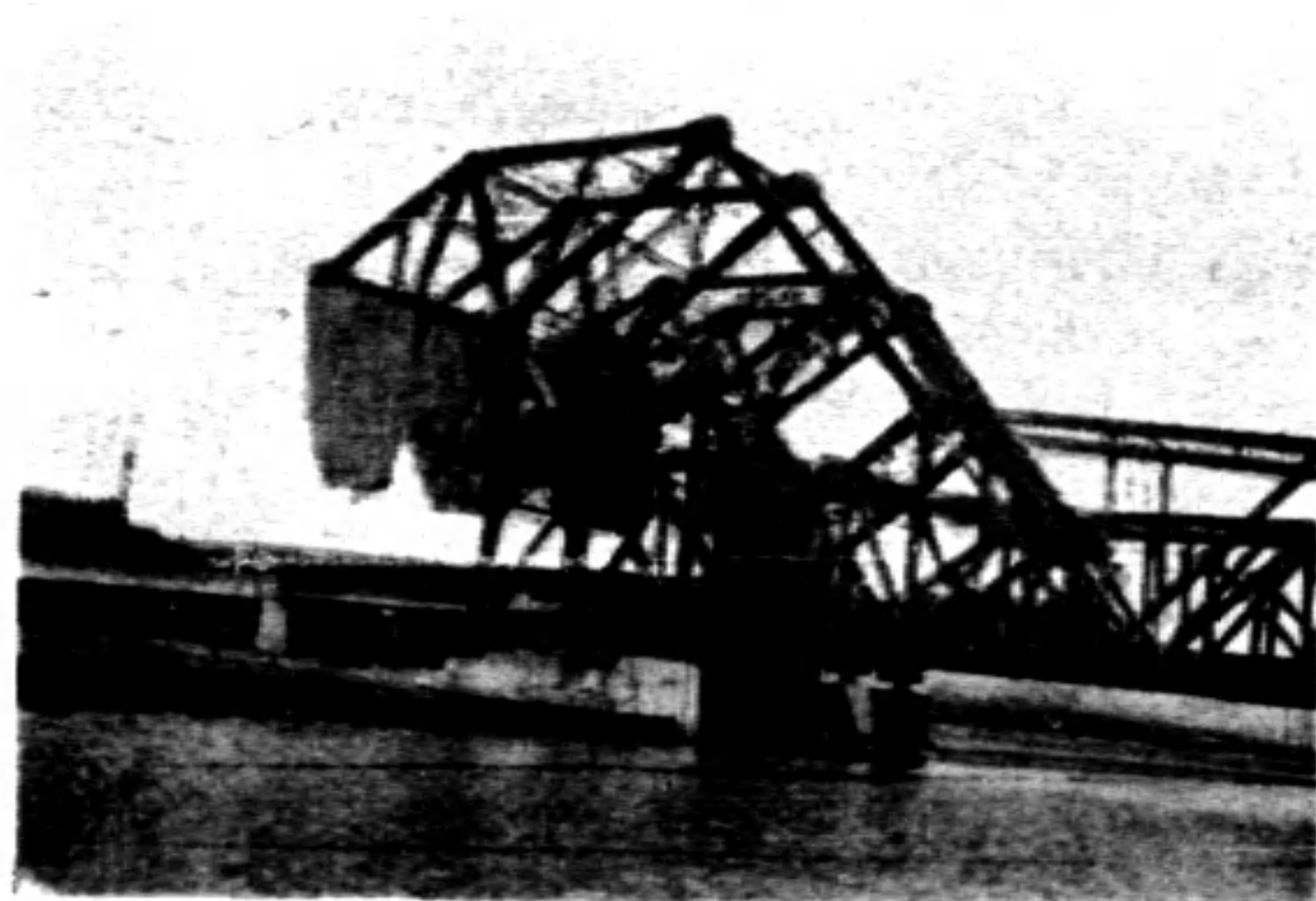
(七)

Dearborn Street Bridge, 1907年之薛澤氏活動橋，跨度50公尺有奇。



(十)

Lake Street Bridge, 司徒式雙層橋，跨度約75公尺。



(八)

Illionois Central Railroad Bridge, 係司徒式第二種活動橋，跨度79公尺有奇，為單葉開動橋之冠，成於1919年。



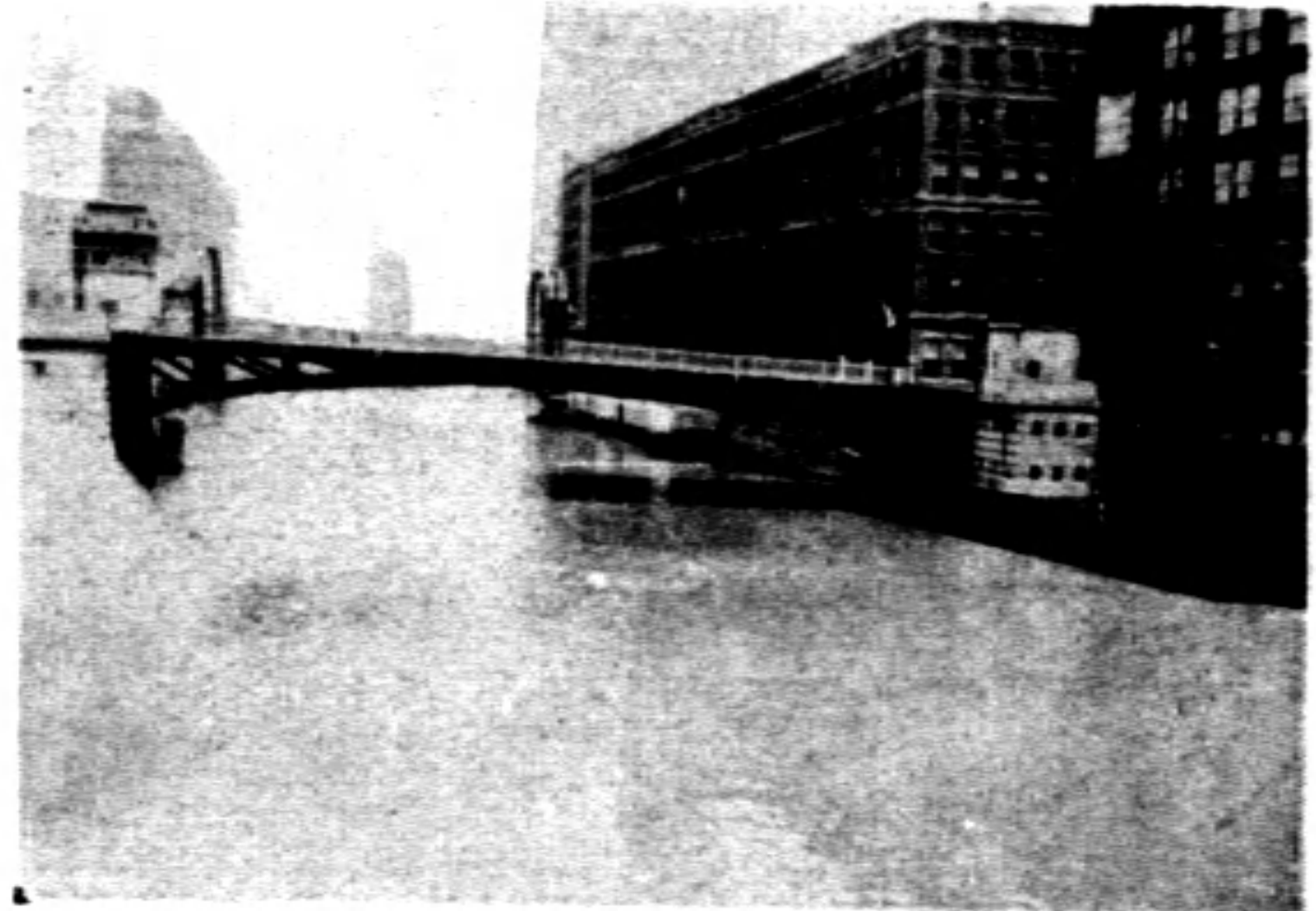
(十一)

Well Street Bridge, 司徒式穿式橋。均重藏橋下。橋墩與護樁之裝飾勝圖七遠矣。



(十二)

La Salle Street Bridge 成於 1928 年。上弦及聯接板均係弧形。司機室四面皆窗，便於瞭望



(十五)

Adam Street Bridge——1927 年造成之芝加哥式托式橋，人行道係用橡皮鋪成。



(十三)

Wabash Ave. Bridge 此橋曾得美國鋼鐵建築協會美術橋梁比賽之首獎。



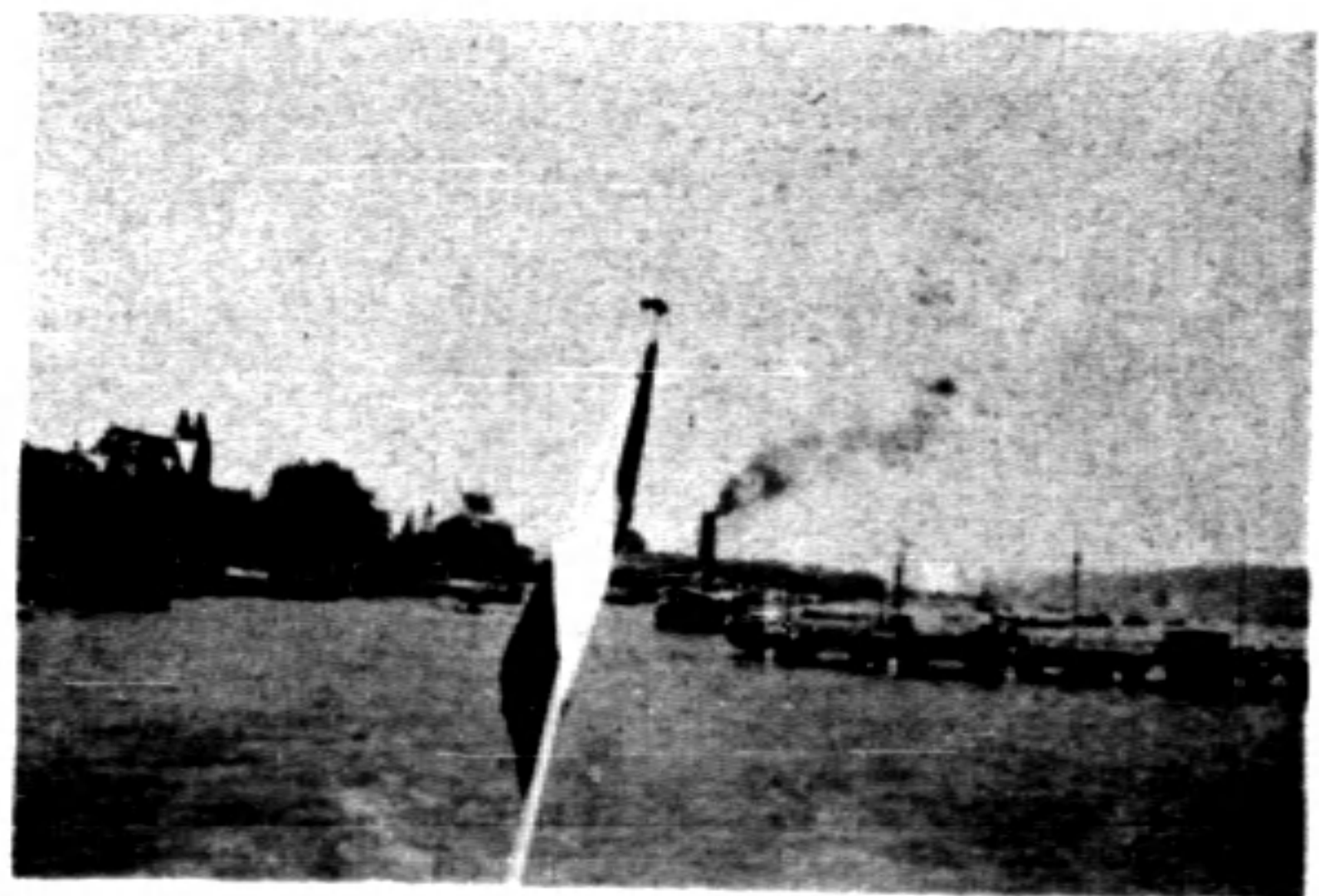
(十六)

Clark Street Bridge——1929 年造成之芝加哥式穿式橋。



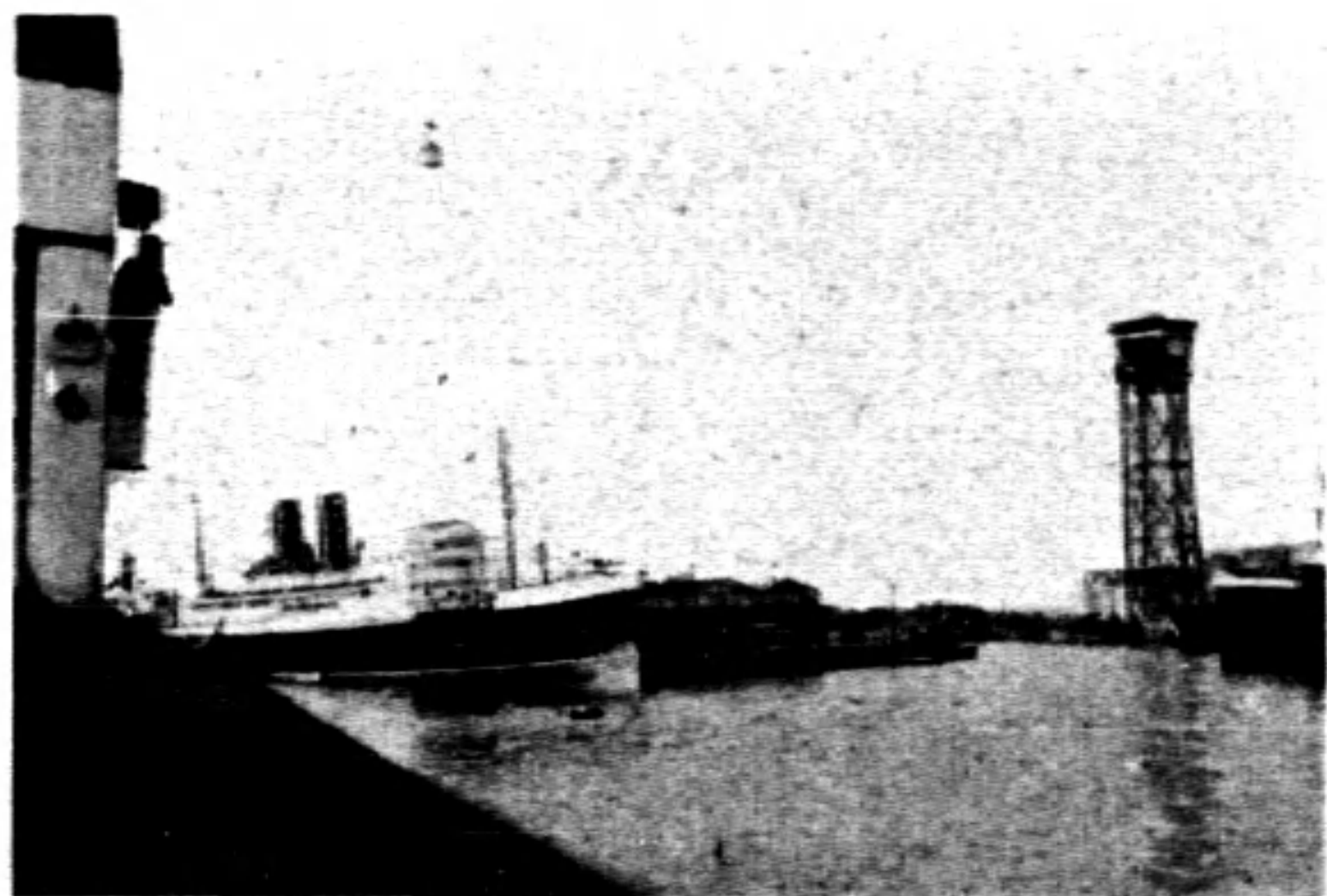
(十四)

Outer Drive Bridger 正在建築中之芝加哥式活動橋橋墩。當時因美國經濟恐慌中止工作。



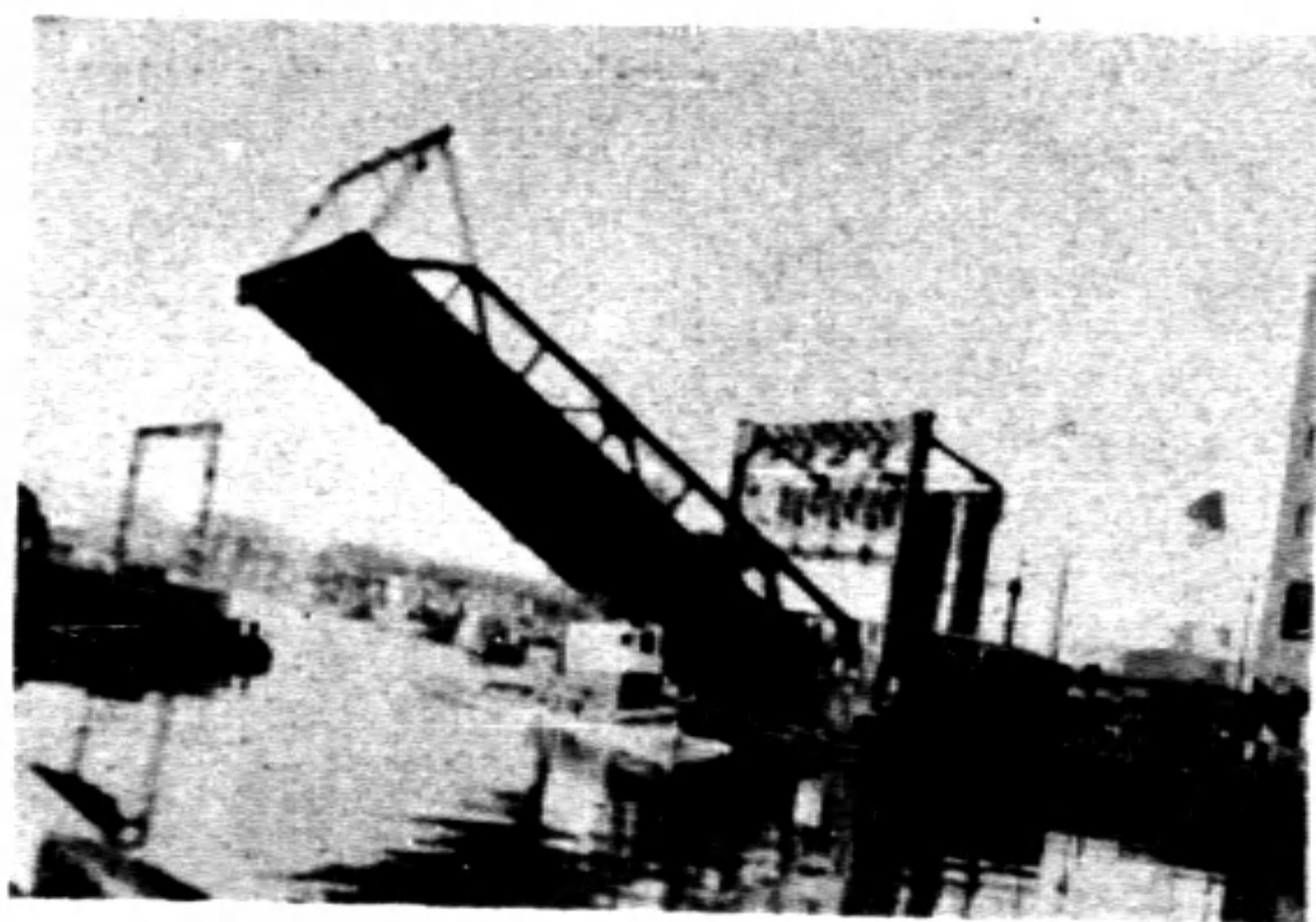
(十七)

德國萊茵河上之浮橋。圖示該橋解斷以通舟楫時之情形。



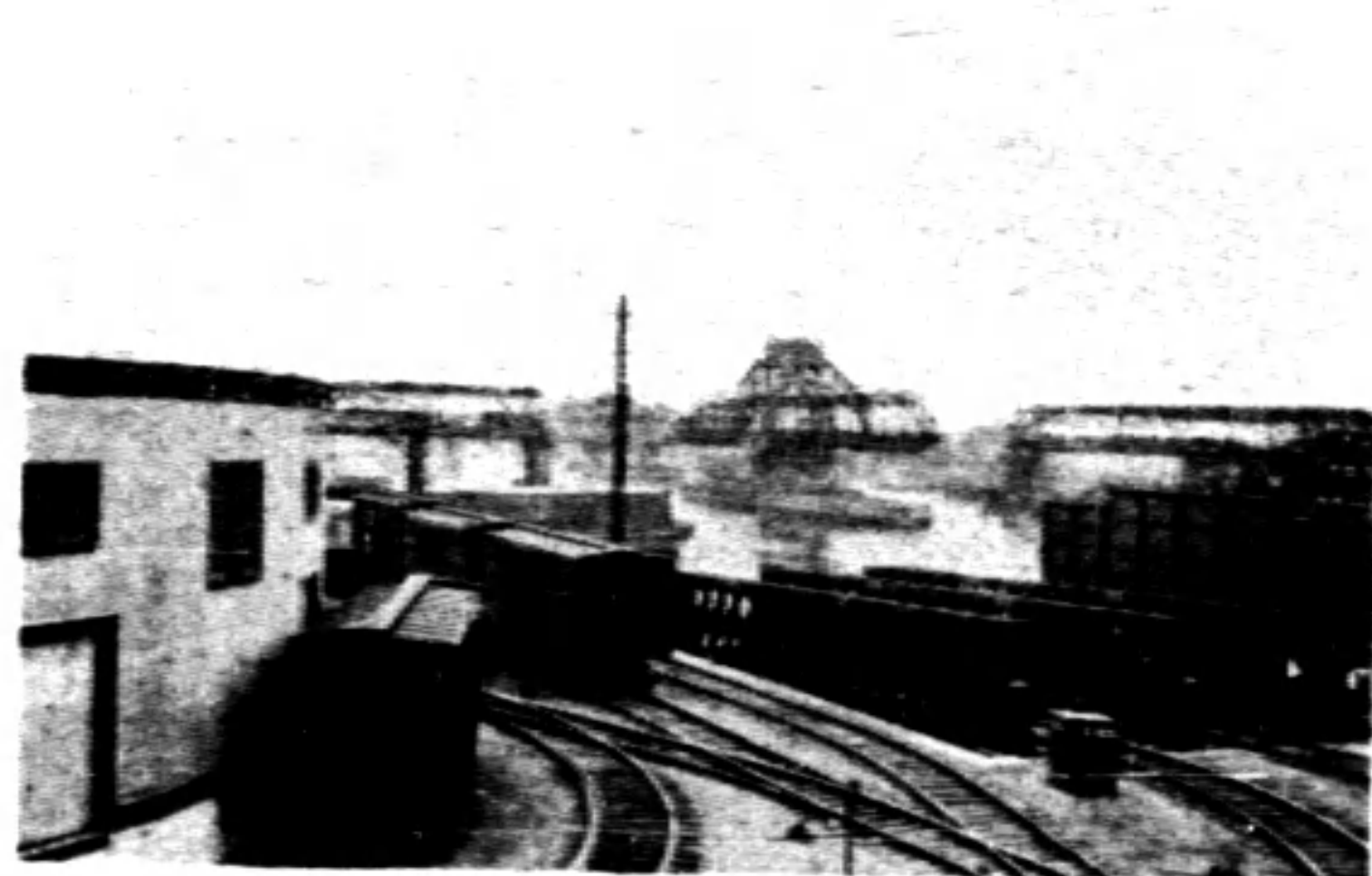
(十八)

西班牙巴西倫那(Barcelona)之轉運橋。



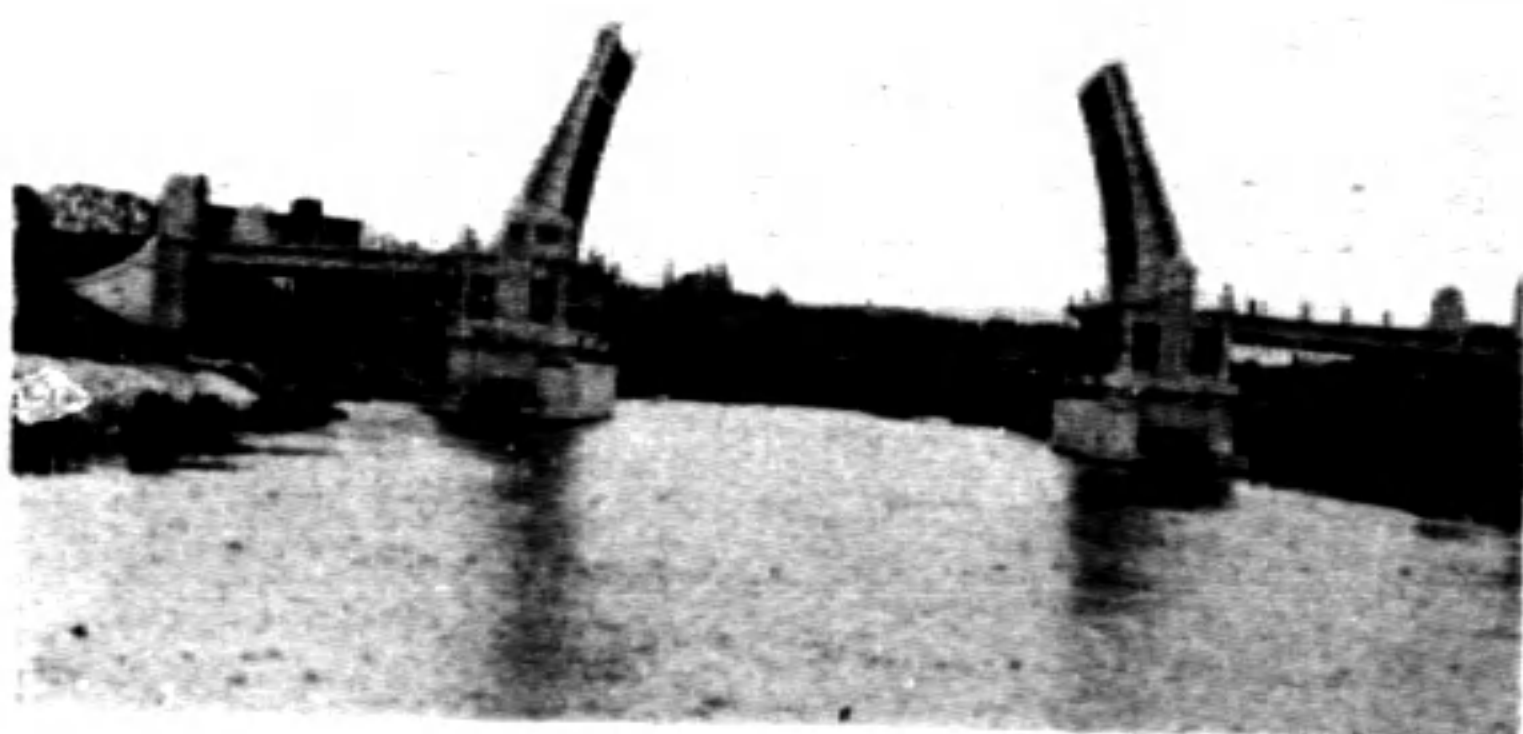
(二十一)

美國三藩市之司徒第一式開動橋。圖示橋開時之情形。



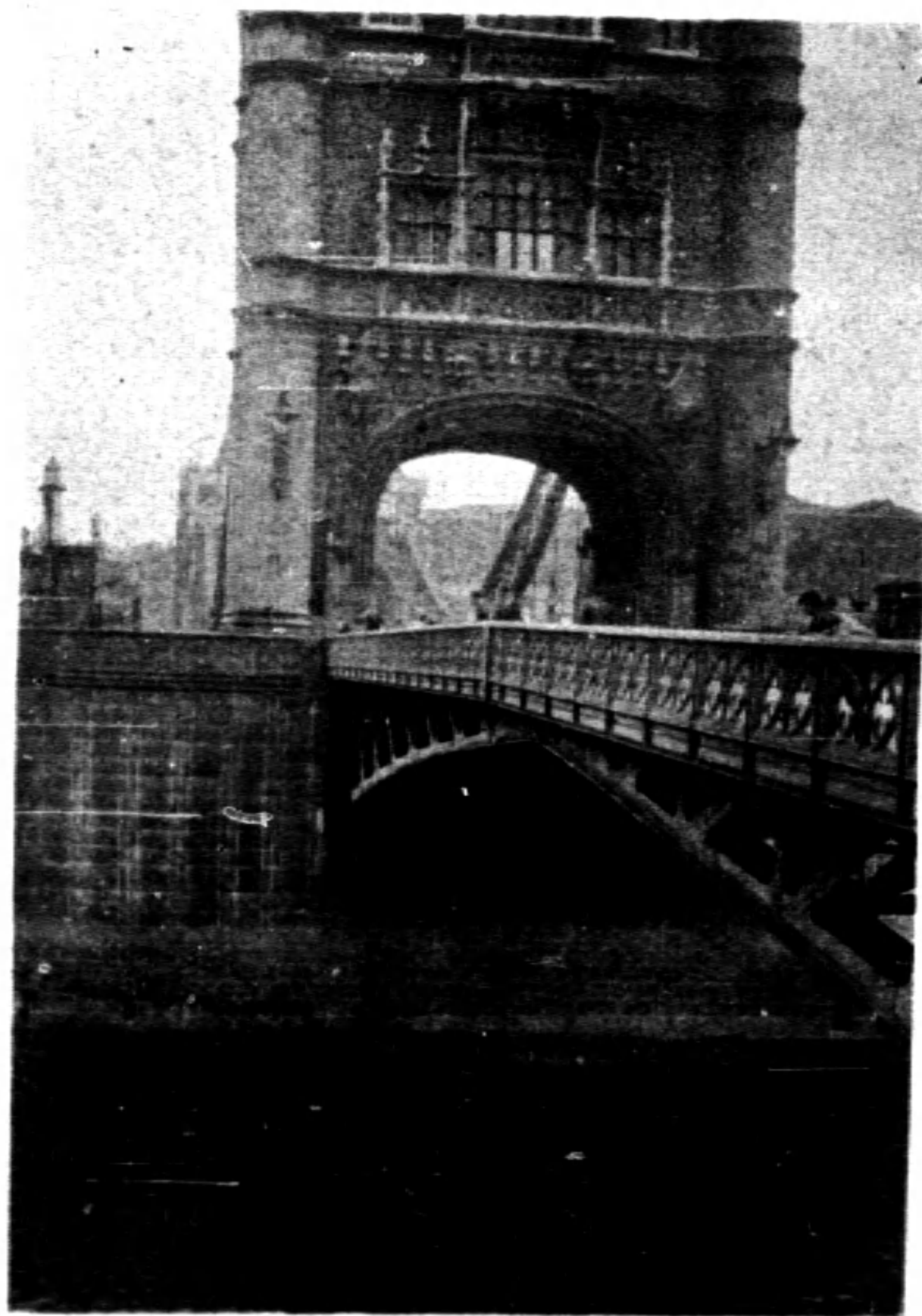
(十九)

紐約旋轉橋之一，圖示轉開時之情形。



(二十)

美國Mainstee River Bridge, 新近落成之薛澤式托式橋。圖示開橋時之情形。(此照片係 Mr. C.P. Hazelet, Scherzer Rolling Lift Bridge Co.所贈，附誌謝忱於此。)



(二十二)

倫敦塔橋(Tower Bridge)之中孔。該橋為芝加哥式托式橋之先進。

但在橋下懸一動車，載人而渡（圖二及十八）。三曰退拉橋（Retractable bridges），平時將橋推出，橫亘河中。欲通舟楫時，則由河岸一平面上將該橋拉退。四曰旋轉橋（圖十九），係在河心建圓墩，兩邊伸出臂梁，可旋轉於墩上。舟楫欲通過時，則將該臂梁旋轉，使與河流平行。五曰升降橋（圖三），在橋梁兩端各建一塔，橋梁懸於其間，可依之而升降。六曰開動橋（圖四至十六又二十至二十二），又分單葉雙葉兩種，係在一岸或兩岸安置均重（Counterweight）。欲通舟楫時，則將橋之一端舉高。平時則放下，以便車馬通行橋上。

浮橋之建造迅速，行軍時多用之；惟不可載重疾馳，恆不足以應付運輸。造費雖廉，而以便利論，則不得與他橋比。轉運橋，宜於深山之間，有行人而無車馬之處。退拉橋之開閉頗不便，跨度較長者，尤不合用。歐洲中古時代碉樓外週之圍河，往往用此橋式，今則絕少用之。旋轉橋之橋墩護樁，價昂式笨，且阻礙河流與行舟，而橋梁開閉，亦較費時，故已不合於二十世紀之橋式。升降橋⁽²⁾機械較簡，升降亦速；惟升降度如過大，則橋塔過高，其建造費亦不貲。雙葉開動橋，最宜於城市中，以其易於美術化，而開閉亦迅速也；惟遇重載通過，恐撓度過大，故未能適用於鐵路。是以芝市活動橋，老者為旋轉式。其較新者，則鐵路橋多用升降式或單葉開動式；而公路橋所載之活重較輕，故多用雙葉開動式。

開動橋之種類 開動橋之種類甚多，其主要者有三，均產於芝市。一曰薛澤式滾升橋。橋葉之一端，下弦作弧形。因得緣橋座向後滾開（圖四至七）（圖37.38）此為薛澤（William Scherzer）工程師所發明。其第一橋完成於1895年（圖六）直至1907年間頗盛行於芝市。此後建於其他各處者，不下二三百座。吾國天津之新萬國橋⁽³⁾，即其一也。橋之滾動阻力，小於他式故機械較省；又能向後滾退，河

(2) 參閱 "Vertical Lift Bridges," E.E. Howard, Transactions, A. S. C. E. 1921 pp.

580—695

(3) 參閱本刊第九卷第四號，436頁。

面淨空較大；此其妙處。惟橋身附橋座而滾動，橋墩應力因之而變，故其建造費較昂。

二曰司徒式，係司徒勞史(J. B. Strauss)氏所發明。司徒，美國著名橋梁專家之一也。其第一橋成於1904年。嗣後建者亦百餘座。按司徒式橋之主要種類又有三。第一種其均重高於橋面 (Vertical overhead counterweight type)，如圖二十一。第二種亦然，惟橋端多設一軸，如圖八 (Heel trunion type) 第三種，其均重置於橋下墩中，如圖九至十一，望之頗類芝加哥式，最稱美觀焉。

三曰芝加哥式 (圖十二至十六)，與倫敦之塔橋相彷彿 (圖二十二)。以芝市多此橋，故以是名。此式建築之最難部份為其安放均重之墩坑，蓋每須避免河水之漏入也。即就此式而論其種類亦不一。有通行火車者，有通行電車者，有通行汽車者。有單葉者，有雙葉者。有單層者，有雙層者。有穿式者，有半穿式者，有托式者。有上弦為曲線者，有下弦為曲線者。其鋼鐵拉力之高低，其橋面鋪層之材料，其桁梁之多寡其機械安設之方法，其司機室之位置，其橋墩之構造與修飾，以至護墩之設備；乃數十橋而無一同者。蓋各因情形地理之關係而變遷，可於附圖見之。

近代活動橋之趨勢 城市設計之初，必須兼顧水陸兩種交通，務使雙方同時發展而不至互相妨礙。然城市多沿河流而發展兩岸之交通，每為市政之最大問題。用高架橋梁或地洞，則造價高昂；用低架橋梁，則又有礙行舟。即以市外而論，亦常有此等情形。故或有限制舟楫之高度，使可穿低橋而過；或用活動烟筒，遇橋則拉下以過之，而建築活動橋，每為唯一解決之方法。吾輩工程師，當綜觀世界各活動橋，研究其設計，比較其利害，以適應特殊之環境，務期達到安全，經濟，便利，美觀各目的。茲以芝市活動橋為中心，而以在他市所見者附之，論述近代之趨勢並其利弊如下：——

(1) 式樣之選擇 —— 城市橋梁，以雙葉開動式為最多。其均重多放於橋下，梁架多用托式，雖造價較昂，淨空較低，不顧也。芝加哥

式開動橋，無專利之限制，採用者尤多。鐵路橋梁，則多採用升降式或單葉開動式。

(2) 美觀之注意 —— 橋之形式輪廓；橋墩護樁之裝飾；路燈欄杆之花樣；司機室之建築以及聯接板（gusset plates）之形狀等等；務使合於美術，與環境相稱。

(3) 安全之設備 —— 利用低壓電氣設備，並設各種氣閘，以防司機之失慎。橋端用堅固柵門，橋墩仍多建護架，以策安全。

(4) 材料之經濟 —— 橋架用高拉力鋼，如矽鋼，鎳鋼等（silicon steel, nickel steel, etc.）；橋面用高壓力之輕混凝土，以減少橋重。

(5) 永久之設備 —— 橋面用瀝青板（asphalt plank）或鋼筋混凝土，經久不壞，可免修理。機械之設計，亦須注意其耐久性。

(6) 載重之增加 —— 載重之增加，與尋常橋梁同。鐵路橋梁多為古柏氏 E-60 以上。公路則多以 H-20 為標準。

(7) 跨度之增加 —— 設計進步，鋼料加強，機械原動加大，故活動橋之跨度，達 60 公尺者，習以為常，達 90 公尺者，間亦有之。

(8) 管理之便利 —— 橋之各部，務使便於視察而易於修理。機械用自動添油法，雙葉開動橋，可使一人司機，以省人工，而便管理。

(9) 電鐸之利用 —— 新橋之建築，舊橋之修補，多有利用電鐸者。

(10) 鉸梁之橋葉 —— 構架梁造價較貴故鉸梁鋼料雖重。而總價有時反賤。葉長 30 公尺以下者，有用鉸梁之趨勢。惟我國建橋起重之設備，不及他邦，則以用構架梁為宜。

結論 芝市活動橋既多，市庫之支出，亦因之而增。據云每橋之平均管理費，年合美金二萬五千元，則全市六十餘橋，年逾百萬矣。且每年換橋，至少一二座，亦不免費款百餘萬。我國將來交通發展，活動橋之建造必多；至天津者當知之。最近廣州建造海珠鐵橋⁽⁴⁾已落成，將來追蹤而起者，正不可限量也。

(4) 參閱本刊第九卷第四號 438—448 頁。

防空與城市設計

胡樹楫譯

導言 人類求居住地和城市免受敵人危殆的努力，隨着幾千年的歷史陸續不斷。從巴比倫王 Nebukadnezar 的堡壘起，在古希臘羅馬堡壘設備以後，有歐洲中古時代多設碉樓和用城牆圍繞的市鎮。到文藝復興時代，因為適應當時的戰術，有星狀城市之發展。到了「專制主義」(Absolutismus)時代，法國福朋 (Vauban) 式的防禦工事成為歐洲的模範。

近代的戰術曾經使我人，在過去一個時期內，感覺城市設計沒有顧慮到戰事的必要。那時各國的防禦工事設在邊界上，離開城市很遠，可以說與城市佈置毫無關係。所以許多在腹地內的防禦工事，可以拆除，改設附屬於城市機構的居住地或商業地或——遇着城市當局有遠大眼光與順利手腕時——園林。然而到了現今，戰術——尤其飛機——又要影響到城市的形狀了。於是城市設計家自然亦要負着研究防空問題的責任。

防禦辦法必須針對兵器的效能，所以必須先把兵器的效能認識清楚。轟炸彈是對人和物投擲的；燃燒彈（燒夷彈）的主要作用，在引起物質損害，但間接的亦可以危殆生命，尤其在恐慌情形之下；毒氣彈却是專門謀害城市居民的。一個城市如果同時受以上三種炸彈的攻擊，是最危險的。將來的空襲大約不外此一着。

* 德人 Paul Wolf 氏著，原文載 Zentralblatt der Bauverwaltung Heft 2, 1935。本篇係從原文節譯，附圖亦僅擇要轉載。

空襲最緊要的目標，除純粹軍事設備之外，是大城市和工業地區。這兩種地區是一國的最重要生產機關所在，若將後者毀滅，可以制該國整個經濟和相關的中央機構的死命。受攻擊的主要目標物愈聚在一處和愈容易觸目，該城市受空襲的危險性越大。

雖然城市的各部分都有受空中襲擊的可能，——因為空襲可以拿整個城市做目標，——但在實際上我們必得把各個區域的危險性分別估價。除了純粹軍事設備之外，主要攻擊目標大約是交通和通訊設備，如鐵路，港埠，橋梁，飛機場，郵電局等，其次是軍事經濟上的重要機關，水電廠，煤氣廠，供給市民糧食的集中場所，行政機關，銀行等。商業地區的其他部分，在空襲時亦不免同受牽連。但居住地區——尤其人烟稠密的——亦可以做攻擊的直接目標，為的是想搖動民衆的敵愾心。使用的炸彈以燃燒彈為主。

由防空要求得來的，關係將來城市設計的結論，以前在德國文獻裏不及在外國文獻裏的詳細，尤其法國人福蒂愛 (Vauthier) 氏和俄國人柯希尼柯夫 (Koshewnikow) 氏對於本問題有更詳盡的研討。福氏和柯氏意見相同之處，是城市的建築要盡量散開。但柯氏主張，建築物只可在長寬和深——向地下——的方面延展，在高的方面須受限制，福氏的意見恰恰相反，他的著作“Le danger aerien et l'avenir du pays”裏面主張高屋。福氏反對——至少對於巴黎——建設田園城市——房屋建在大花園裏，兩三層高。——他贊成柯布西愛 (Le Corbusier) 氏的幻想的計劃：在三百萬人口的城市的中 央建築 60 層和 220 公尺高的摩天樓來充商業事務所。柯希尼柯夫的主張：城市組織務求鬆散，各個建築物的高度要受限制，與意大利將軍杜愛 (Douhet) 氏和日本將軍 Nagaoka 氏的論斷大致相同。

十項原則 作者曾經嘗試，從現有關於防空與城市設計問題的文獻裏，將共同或大致相合之點，找尋出來，以便簡單列舉將來城市設計對於防空上之要求。因此得着下列十項原則：

(1) 減小建築密度和居住密度，使商業區，住宅區與工業區裏的

建築物鬆散設置,特別注重防禦火災。

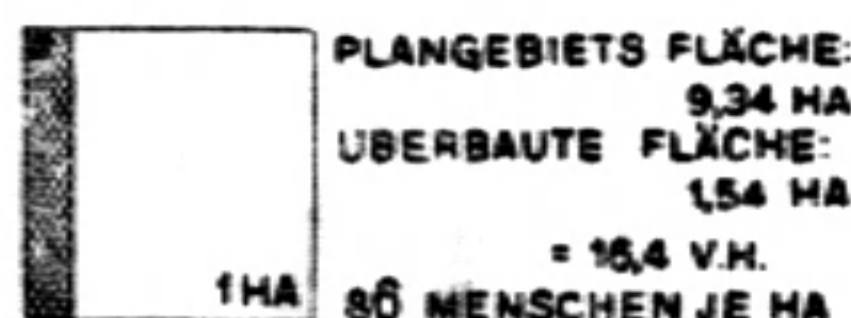
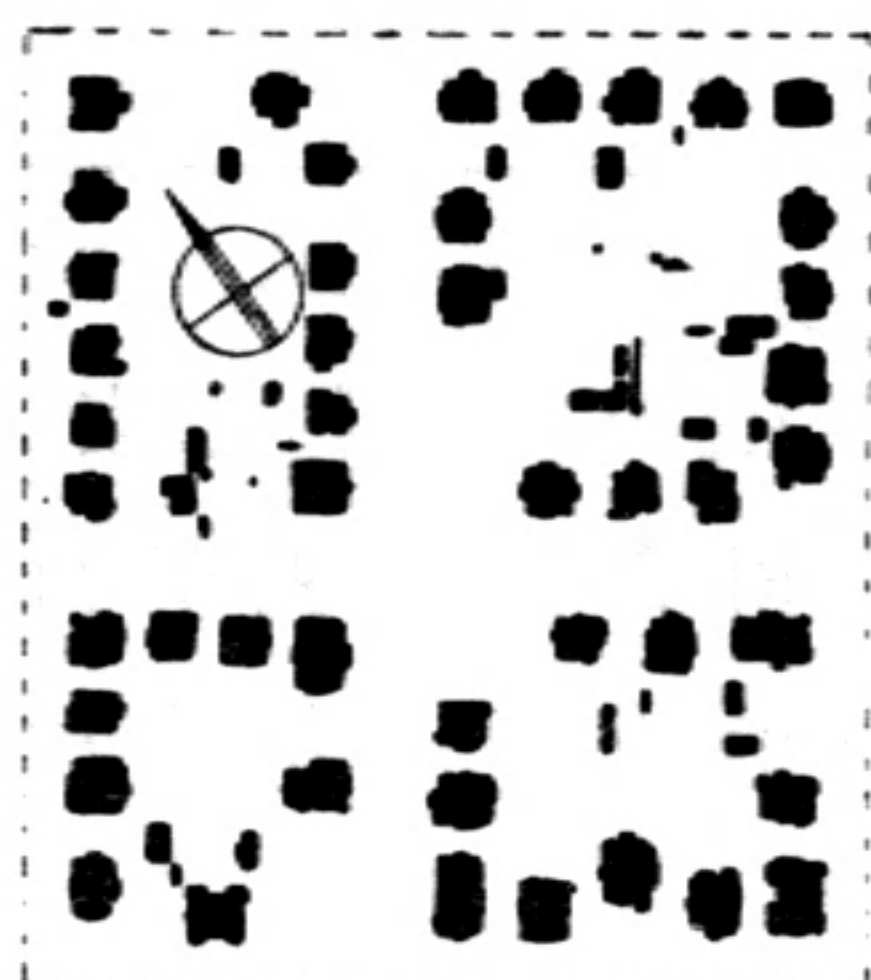
- (2) 各市區裏面插入公有或私有的各種園林地,并備大宗水面(溪,河,湖池等)。
- (3) 城市和其中各種區域的佈置,要使空氣流通便利(Darchlüftbarkeit),但因此增加的火災危險要藉相當的建築規定加以補救。
- (4) 住宅區和商業區要力求分散,可能時將工業設備連附屬的居住地移在城市的遠郊,或移在遠離城市的空曠地上。
- (5) 鐵路的主要旅客車站要盡力設法加以保護,貨車站和調車場要設在城市的邊部。
- (6) 郵電設備要分散各處;水,電,煤氣等廠和糧食供給場所不可集中一地;火險材料亦要分散,一部分藏在地下,一部分存在城市邊部。
- (7) 公共機關,集會場所,教堂,戲院,陳列館,學校等不可聚在一起,並應遠離特別危險的地點。
- (8) 關係民衆健康與幸福的設備,尤其是醫院,最好設在城市邊部。
- (9) 道路要寬闊,尤其是在交通繁盛地區的。須注意使建築稠密的中心市區的交通便利來往,必要時將此種市區加以整理。
- (10) 設防空室,盡量利用已有的地下建築。

一切關於建築上和城市設計上的防空要求,必須規定於國家建築法規之內。

推論 各市區裏的空地與建築地的比率,必須在一種可容忍的範圍以內,因為「居住密度」(即市區裏每公頃居住的人數)與「建築密度」(即市區裏每公頃地上建築物的實計面積)對於空襲的危險性有密切關係。居住密度不一定與建築密度成比例。

圖(一)示某大城市的別墅區,建築物佔地面16.4%,每公頃居住86人。建築物散漫分佈,頗易通風,為擲下炸彈擊中的可能性亦

少。



圖(一) 某別墅區建築物分佈圖

土地面積	9.34 公頃	
建築面積	1.54 公頃	= 16.4 %
人口密度	每公頃 86 人	

圖(二) 示某大城市新闢的,規定三四層建築的住宅區。建築物佔地面 16.4 %,每公頃居住 230 人,全區約共容 8250 人。房屋的佈置成典型的「行列建築式」,各排房屋前後均係馬路,距離亦是一律,所以受陽光一樣的多。因為房屋的佈置鬆散,所以被炸的可能性少。

圖(一)與(二)下面左邊附帶標明每公頃土地上建築面積和空地面積的比率。附圖的左上角黑塊指示每公頃地上居民在防空時避難藏身需要的總面積(Unterstandsflaeche)。

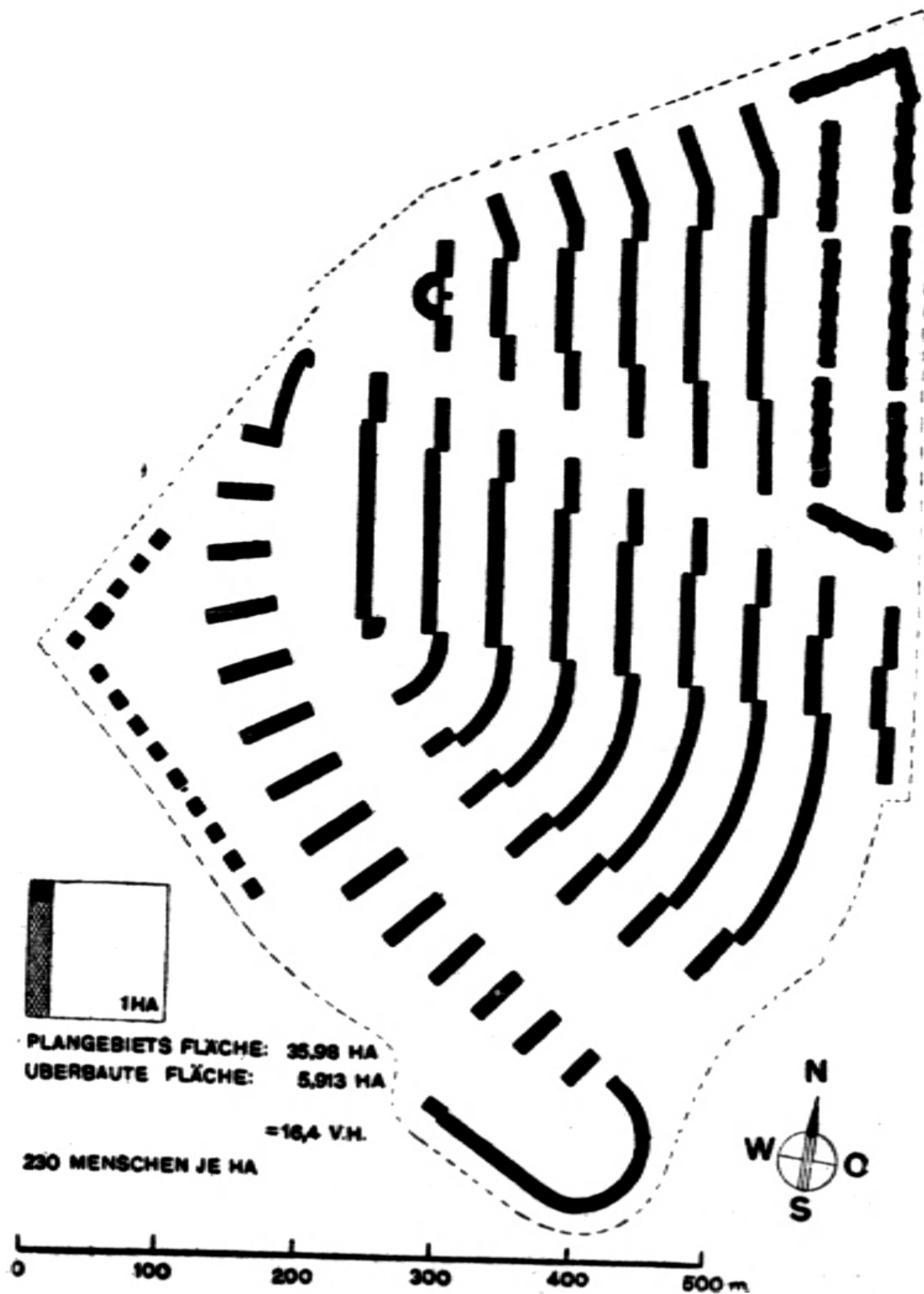
建築地與總地面的適宜比率,著者認為在住宅區的該是 15 %,即約 1:7,在商業區的該是 25 %,即 1:4。

有一些文章裏面,主張街道要與主要的「風向」平行,以減少毒氣危險。說來固然容易,但是各地的主要「風向」往往不只一種,所以實施起來却不簡單。例如在德雷斯登 (Dresden) 地方,各種風向的百分數如下:

風 向	北	東北	東	東南	南	西南	西	西北
每年日數	15	15	44	55	22	29	102	44
百分數	4	4	12	15	6	8	28	12

從上表看來，德雷斯登市的西風佔28%，東風佔12%，東南風佔15%，西北風佔12%，即在「東—西」與「東南—西北」兩方向間的風共佔67%的多數。在此兩方向所夾的角裏面都是主要風向。

所以選擇房屋排列的方向，必須先把當地的氣象情形弄清



圖(二) 某住宅區建築物三層至四層分佈情形

土地面積 35.98 公頃
 建築面積 5 913 公頃 =16.4 %
 人口密度 每公頃230人

楚。在同一城市內的各區。氣象情形亦不一定完全相同，此點亦要注意。

德雷斯登市的「建築管理局」(Hochbauverwaltung) 曾經用模型試驗各種「建築佈置方式」的「通風性」。試驗的方法是：先在各種模型上撒佈一定分量(20公份)的沙，然後放在風洞前，受速度均勻的氣流吹刷80秒鐘，看留在模型上的沙還有多少。試驗的結果如下表：

的遺留沙量(%) 風向	(1) 有缺口的院落式建築	(2) 有缺口的寬鬆的院落式建築	(3) 行列式建築兩頭有突出部分	(4) 純粹的行列式建築(建築面積21%)	(5) 行列式建築兩頭有散立的橫向房屋	(6) 縱橫設置的行列式建築	(7) 成組式(半散立式)建築	(8) 散立式建築(建築面積13.2%)	(9) 散立式建築(建築面積8.9%)	(10) 散立式建築(建築面積3.6%)
與長邊平行	—	12.4	7.55	6.1	10.9	17.3	17.7	18.0	13.3	7.4
與長邊成四十五度角	16.9	13.2	10.3	8.9	14.0	17.0	14.6	17.7	14.6	7.0
對長邊垂直	19.4	—	19.2	19.0	18.4	19.0	17.6	18.8	15.3	8.5

從上表看來，院落式建築最不易通風，這是我們意想得到的。將院落式建築的四合形式漸漸打破，到最後變成行列式建築，那麼通風性亦漸漸加大。純粹行列式建築橫向的通風性亦不佳，所以要免除毒氣滯留，必須使牠垂直於很少有的風向。

再從純粹行列式建築衍變，成為兩頭有橫向散立房屋的(表中5行)與橫向有成行房屋的(表中6行)，或將行列拆散(表中7及8行)，結果均不良。尤其可注意的是：散立式建築如果不特別疏鬆，牠的通風性差不多與不大開敞的院落式建築一樣壞，因為發生空氣漩渦之故。

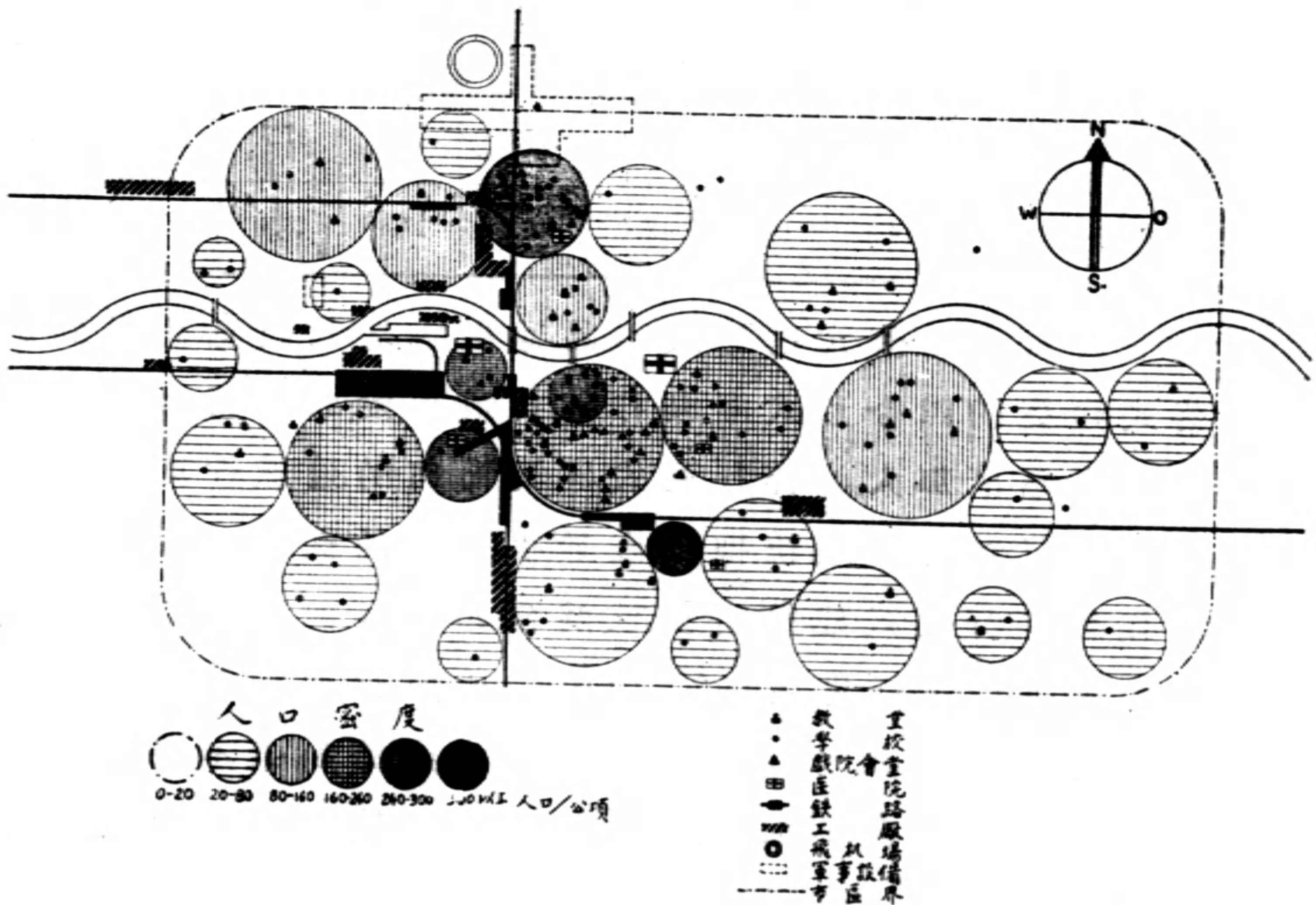
很疏鬆的散立式建築——因為經濟關係只能設在城市邊區——的通風性可稱最好(表中10行)。

風對於沙的作用，雖不一定可以完全拿來比風對毒氣的作用，可是從上面的試驗結果推斷各種建築方式的通風程度，是毫無錯誤的。這次試驗的用意，不單在防空方面着想，而是基於衛生

上的要求,一般的研究住宅區最好的通風辦法。還有附帶要聲明的,便是居住地區的通風性越好,受燒燃彈的危害越大,因為火勢容易蔓延起來。此種危險是要藉建築物的佈置與相互間的距離以及房屋本身的構造(例如房屋的行列不可太長)來防避的。

圖(三)表示某五十萬人口城市的人口分佈情形及裏面的住宅區對於飛機主要攻擊目標(軍事設備建築,航空站,鐵路,碼頭,橋梁,工廠)的形勢。此外教堂,學校,戲院,影戲場,會堂醫院,亦經特別標明。

圖(三) 某五十萬人口城市之示意圖



這裏所說的城市,具有一般大城市典型的形式,有很強的人口集中趨勢。建築密度向中心點遞次增加。因為在工業化的初期經過無計劃的發展,住宅區,商業區與工業區間嚴格的分劃是沒有的。各種交通線路在建築最密的中央市區裏交錯。「衛星狀」的居住地如果不離開市區比較遙遠,亦有因中間空地上建築物逐

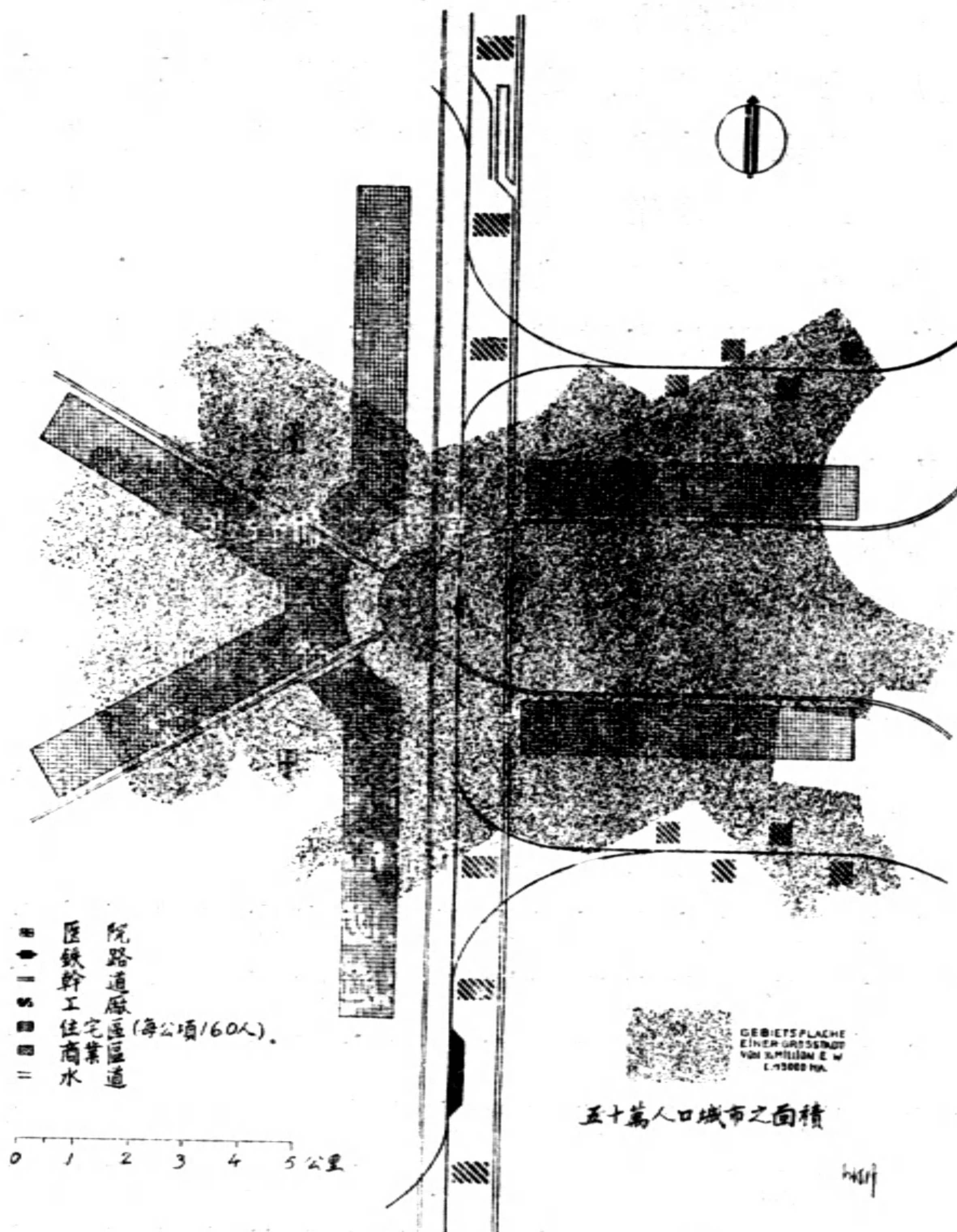
漸增加而與環形發展的市區打成一片的危險。所有的學校，戲院，影戲場，會堂與醫院，對於危險地點的形勢亦欠佳。

在防空上較為有效的是「帶形城市」(Bandstadt)。此種帶形城市可單沿一條交通道路發展，成長條狀，亦可分歧為若干支系，成蛛絲狀。此種城市，因為建築疏散，飛機襲擊不易加以損害，即使襲擊收效，亦須多費彈藥。但帶狀城市因為沒有一定的中心，在理想上應將商業區分散勻佈。這樣一來，全市便有受飛機普遍襲擊的危險，所以全市都成最危險的區域。又因住宅比商業房屋與機關房屋更易受空襲損害(因為構造關係)，所以最好的佈置方法，是將住宅區按帶狀設置，與將工業區相當佈置，並保留一個商業中心區。可是牠的範圍要比現今一般的商業區遠為狹小，牠的建築要鬆散，牠的防空設備要完備。這樣雖使商業中心區格外容易招惹飛機襲擊，但至少可減少住宅區受襲擊的危險，而且在較小區域內實施防空辦法更易達到更週密的地步。圖(四)所示，即照上述理想設計的五十萬人口的城市佈置。

交通設備的佈置，亦須充分顧到防空方面。就街道上的公衆交通工具來說，公共汽車比電車更覺適宜，因為公共汽車的活動性較大，可以隨時改變路線；電車全靠力源供給動力，倘若發電廠或電線被破壞，電車便不能行動；被破壞的電線對於街道上的行人亦有絕大的危險。在高速交通設備之中，地下電車(地道的頂蓋要厚)比高架電車更好，因為高架電車路容易被飛機瞭見。鐵路設備，尤其是車站(客車站與貨車站與管理信號轍閘的設備，是敵機特別注意尋覓的目標，所以車站最好築在地面下深處，兼充旅客與附近居民躲避炸彈和毒氣的處所，同地下電車站一樣；同時一切在市區內的軌路亦須藏在地下。不過此種設施的代價未免太大，事實上很難做到。

偽飾(Tarnung)的方法——如上次歐戰時所用的——對於鐵路沒有多大效果，因為鐵路雖在微弱光線之下亦容易被飛機辨認，

圖(四) 依照防空原則設計之五十萬人口城市



而車站裏面又必須常備相當的燈光。惟一辦法是在可能範圍以內，避免軌路相離太近，並將隧道橋梁盡量建成並列的單線式，那末在某一軌道被破壞時，列車仍可在別的軌道上行駛。

因為鐵路車站特別容易受到飛機襲擊，所以在車站近旁不可有稠密的住宅與商業建築，至少在車站與市內鐵路的周圍要構成園林 (Gruenflaechen) 形式 (參閱圖四)。如果客運總車站不能設在遠離稠密住宅，商業，工業等區之處，至少調車場 (Verschiebebahn-

hoefe)與貨車站必須這樣,因為這是容易做到的。

橋梁建築如要顧到防空,應該選擇局部被破壞後容易臨時修復的式樣,因此跨度必須從小。但橋孔狹,橋墩多,又足以妨礙船舶交通,並且與橋梁建築技術上的新智識抵觸。所以上面的原則,事實上或者只可應用於少數橋梁。

水道與港埠是飛機的最好嚮導。因此岸邊的油池,倉庫等:—尤其是形式上容易辨認的——很容易受到破壞。所以特別容易起火的建築物,如油池等,應該遠離岸邊,形式上不易辨認,並且分散設置,如能建在地面以下,自然更好。此外對於港埠本身,恐無有效的消極防空辦法可用。

屬於城市機構的園林地 (Gruenflaechen),在防空上有特別功能。所以園林地必須貫通各商業區,各住宅區,各工業區,同血管在人的身上一樣,並且有計劃的互相聯絡和同私人的花園聯絡;一方面從城市中心部分向郊外的田地,森林,草原四面放射,一方面成環狀聯絡各市區,合成整個有計劃的園林網,使城市的組織疏鬆。單就衛生上的理由來說,改良舊市區時亦應該把相當的草地和園林帶設在市區內部,例如美國波士頓,芝加哥等城市在數十年前已這樣做,華盛頓在起初即如此做的。

園林地與成行的稠密樹木,可以遮蔽各種車輛,使飛機不能看見。所以公園可充防空時的停車場。街道與廣場上的樹木可以幫助市區受夜襲時的「黑暗化」。但是樹木有增加炸彈碎片傷害行人的功效,不過發生空警時市民非不得已不會走上街道,所以此時街道上面大概是沒有交通的。

水,電煤氣廠的防空,是很要緊的。對於管纜的裝置,固然要加注意,廠屋的建築亦是如此。煤氣庫與電廠的一般形式,尤其規模較大的,使飛機在遠處就可看見,難用「偽飾法」遮掩。架空的高壓電線亦同此情形。將動力廠與長途電線裝置在地下,在技術上固然沒有問題,可是在經濟上目前恐難辦到。動力廠的分化不免與經

濟上的合理化抵觸比較沒有困難，是將動力廠設在城市的邊部。要免除動力廠被破壞時動力供給斷絕的危險，最好將供給線網佈成環流式，和另一動力廠聯通，使那時市區需要的動力可以由後者供給。水廠的情形，與動力廠稍有不同，因為基於多數地方的水源供給情形，相當的水廠分化殆為必然的。

在防空上，消防一事，亦值得特別注意。最要緊的是用取締建築辦法，使火災根本不容易擴大。此外，消防機關的分散化與郊區志願消防隊（做職業消防隊的補充）的組織亦很要緊。各市區須備有自來水以外的消防用水，備自來水供給斷絕時應用，所以最好各設點綴風景的水面（溪、河、湖、過等），除必要時供給消防用水外，又可用以消滅毒氣。

前面列舉的原則裏面已說過：人衆聚集的建築物（如戲院、教堂、學校、醫院等等）切不可設在特別危險地點（車站動力廠等等）附近。關於行政機關房屋亦有同樣情形，要盡量分散化，否則萬一中心機關被迫停頓，全市便有陷於無政府狀態的危險。

因為現在的飛機，不比以前，可在高空飛行，所以將來戰爭時的空襲，多分在白天施行，與上次歐戰時不同。又因白天正是商業區人衆聚集的時間，所以專就防空的觀點來說，建築過於稠密的中心舊市區，亦有加以改造的必要。改造時須特別注意到人慌馬亂時交通還易維持的一點（參閱原則9）。

前面已說過：對於商業中心區的高屋與防空關係，各方面的意見，殊不一致。柯布西愛氏的主張雖嫌不切實際，但從防空的立場，對於很少數高屋的存在，却亦不必反對。不過有一個前提條件，即高屋的周圍須有充分交通地面與空地。高屋裏的人須有強厚的混凝土屋頂與用其他方法來加保護。還有不可否認的，是高屋突出毒氣霧圍的好處。再加以四面多留空地，以作土地利用程度的調劑，對於在防空上建築不可過密的要求亦無不合。又高屋裏面的多層鋼筋混凝土樓面，使裏面的人獲得安全保障不少。

城市的住宅區，在空警時，受毒氣彈與燃燒彈攻擊的機會，比受轟炸彈攻擊的機會更多。所以每一所住宅均須設一間防避炸彈碎片與毒氣的防空室（譯者按：關於防空地下室請參閱工程九卷五號「防空地下建築」篇）。

開設住宅區時，須從頭到尾採用下列兩種設計辦法，以適應防空上的需要：

- (一)各住宅區要盡量分散佈置，離開特別危險地點（見前）很遠。
- (二)新設的住宅區，建築物要十分疏鬆，使炸彈不容易擲中，並且毒氣容易被風吹散。

德國在歐戰後因解除「屋荒」而建築的新住宅不下二百萬所。這些新住宅，因為社會的、衛生的一般要求，大多數很合分散疏鬆的條件。可惜的是當時沒有顧到防空一層，所以沒有設備防避炸彈碎片與毒氣的地下室。現在德國政府對「移民問題」（Umsiedlungsp:oblem）已有一定的方針，將來的住宅建築定能符合防空上的要求。

從前因為經濟上、交通上與衛生上的要求（如工廠力求靠近水陸道路，住宅區要設在主要風向的上方等），大城市裏的工業往往擠在一處。防空方面却要求工業建築物的分散隔離，或全部移往市外，最好遠離市區。

結論 城市設計家應將關係城市設計的防空要求深切研究，並趁城市逐漸改革——因為適應現今經濟的、社會的與衛生的需要——與城市與區域設計趨勢變更——因為移民（城市居民逐漸移回鄉間）的關係——的機會，對於防空的設施加以考慮，對於建築法規加以改訂，以保護民衆的生命與保存國家的文化物品與經濟物品。以上不單指零星設施而言，並包括眼光遠大的通盤計劃。我們不可因為問題太艱鉅而退縮，必須以清醒的頭腦找尋新途徑。同時我們常要記着兩點不可妨礙將來可能的設施：代價最少的設施，是抓住時機，用遠大眼光來興辦必需的事業。

鋼筋混凝土公路橋樑式樣之選擇

嵇 銓 述

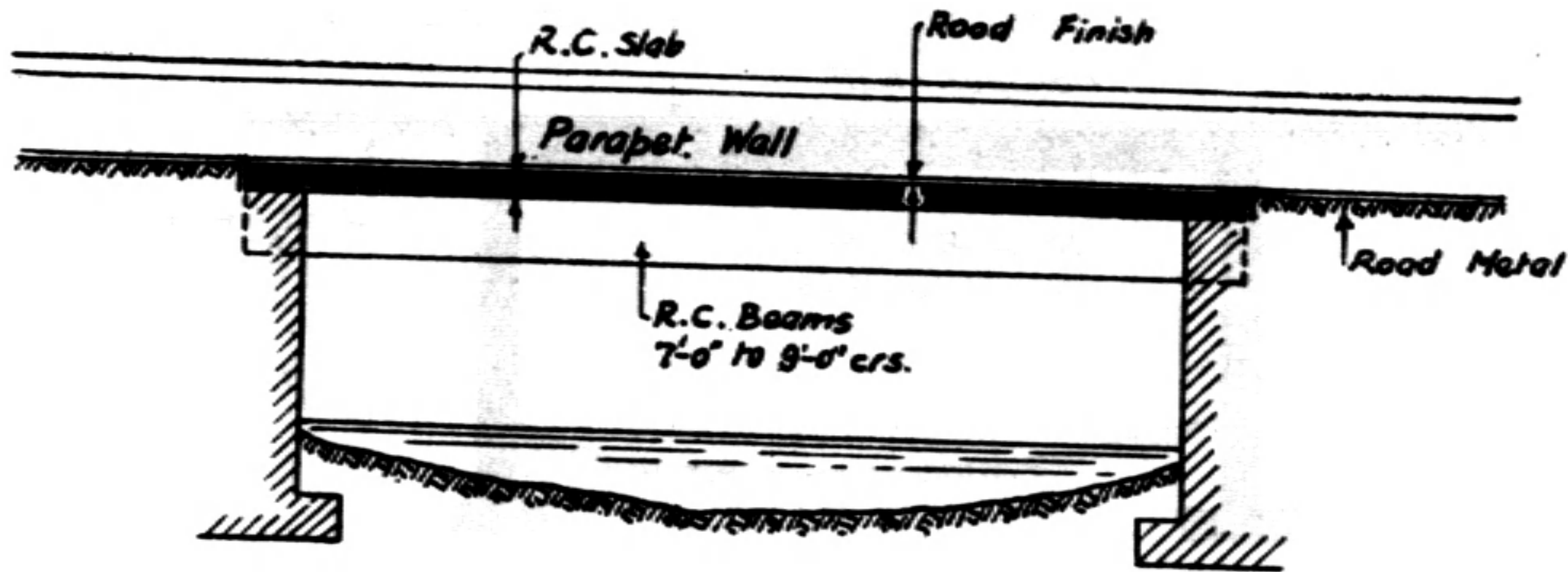
式樣之選擇，為橋梁設計之前提。式樣不決，則一切設計無從着手。選擇不當，則所有計劃，根本失據。顧式樣至夥也。每橋各有其特殊環境，則每橋必各有最適宜之式樣。而此最適宜之式樣，設計者須根據調查所得各情形，詳慎研討，兼籌並顧，始可取決，非可率爾而定也。然環境條件，千變萬化，不遑列舉實例。此篇主旨，僅在指陳選擇式樣之原則及步驟，以作設計者之參考而已。

選擇橋梁式樣之原則，不外斟酌經濟，效率，及永久性三要點，相互參比，以求其如何適合於環境之條件。選擇式樣之步驟，不外研討有關式樣之各因素，以比較其如何影響於將來施工及修養各方面之利弊。有時空論尚不足為定據，須先草估造價，以資比較，取捨方有把握也。

(一) 現時通用之式樣 (Bridge Type Available) 混凝土橋，現時通用之式樣，關於縱向佈置者如附圖(一)至(十三)，關於橫向佈置者如附圖(十四)至(十八)。圖中就每一種式樣，均註明最小跨度，有時亦註明最近適用之最大跨度，但混凝土之准許應力逐年改進而加大，每式之最大跨度或將隨之增大也。

(一) 第一式 單孔浮攔式平版或兼備縱梁 板或梁之兩端，可承攔于任何式樣，任何材料之橋墩上。此式如用平版跨度以10公尺為最宜，如用縱梁，跨度可至20公尺。此式設計簡單，施工便利。如支點設備適宜，即橋座稍有沉陷，梁板稍有擾動，其

柔性必足以應付。



圖(一)

第一式：跨度最小 1.50 公尺 (5 呎)，通常 6—12 公尺 (20—40 呎)。

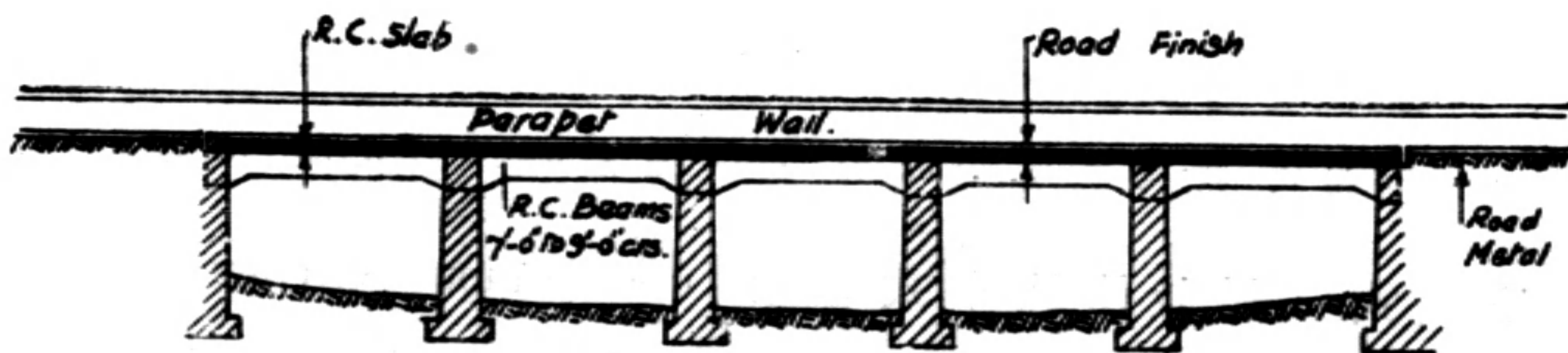
(二) 第二式 多孔聯梁式平版縱梁

(甲) 如用欄梁 (Parapet Girders)，梁頂超出橋面者，跨度可至 20 公尺。

(乙) 如縱梁在平版下者，跨度只可至 15 公尺。

(丙) 如全用平版，跨度以 9 公尺為限。

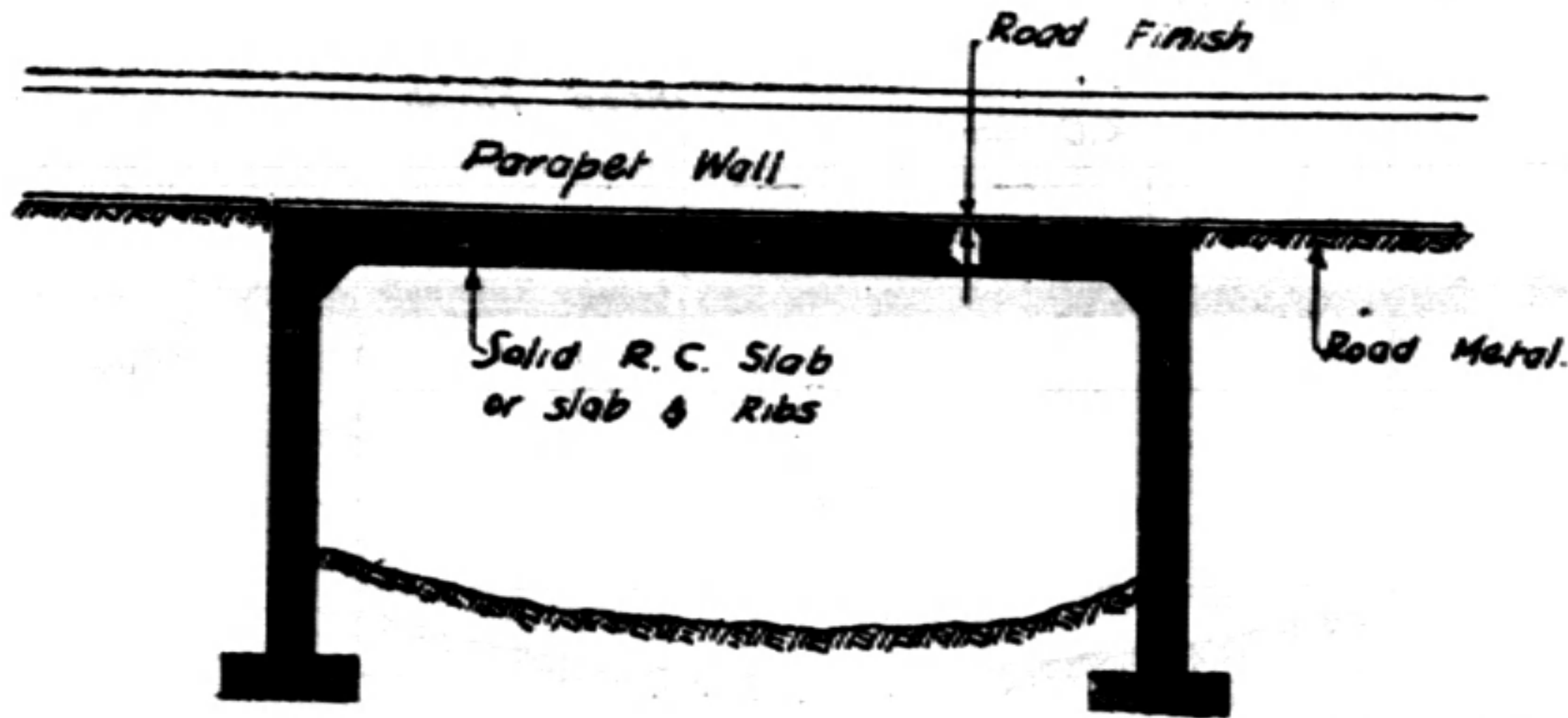
此式對於混凝土硬化之收縮，及溫度升降時之脹縮，須有應付設備。故此式橋太長者，在相當段落處，於橫的方面，須有防脹設備。橋中間各承座，亦須妥為設計，以免有過度之橫力傳至橋墩。



圖(二)

第二式：跨度最小 4.5 公尺 (15 呎)，通常 6—12 公尺 (20—40 呎)。

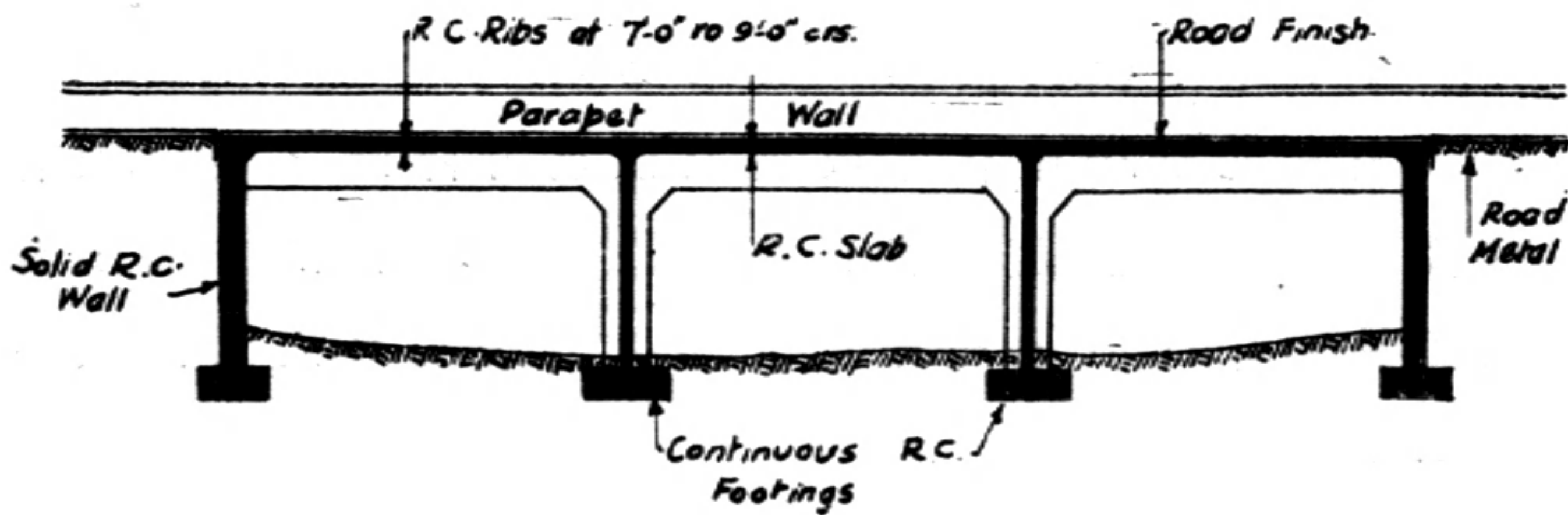
(三) 第三式 框架結構 此式之橋面平版與兩邊橋端墩牆成一整個結構，跨度最大可至 15 公尺，但最經濟者為 9 公尺。



圖(三)

第三式：跨度最小 1.5 公尺 (5 呎)，通常 4.50—9 公尺 (15—30 呎)。

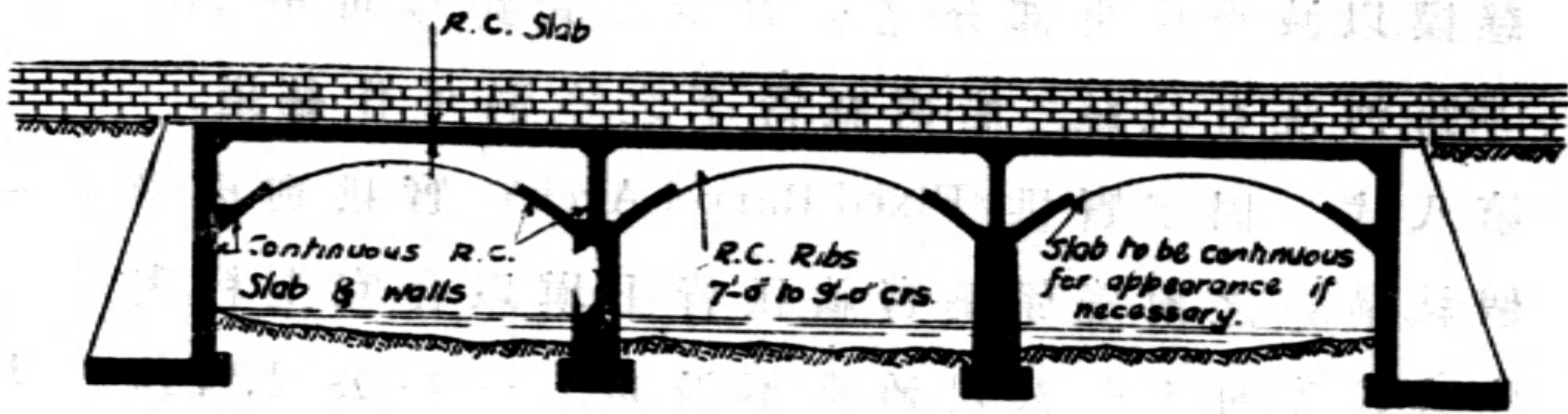
- (四) 第四式 多孔平版縱梁聯梁式框架 跨度限制與上同。如地基不甚可靠，此式不可用，因任何橋墩略為沉陷，即足引起極大應力。如河底為石層，此式為最宜。



圖(四)

第四式：跨度最小 4.5 公尺 (15 呎)，通常 6—12 公尺 (20—40 呎)。

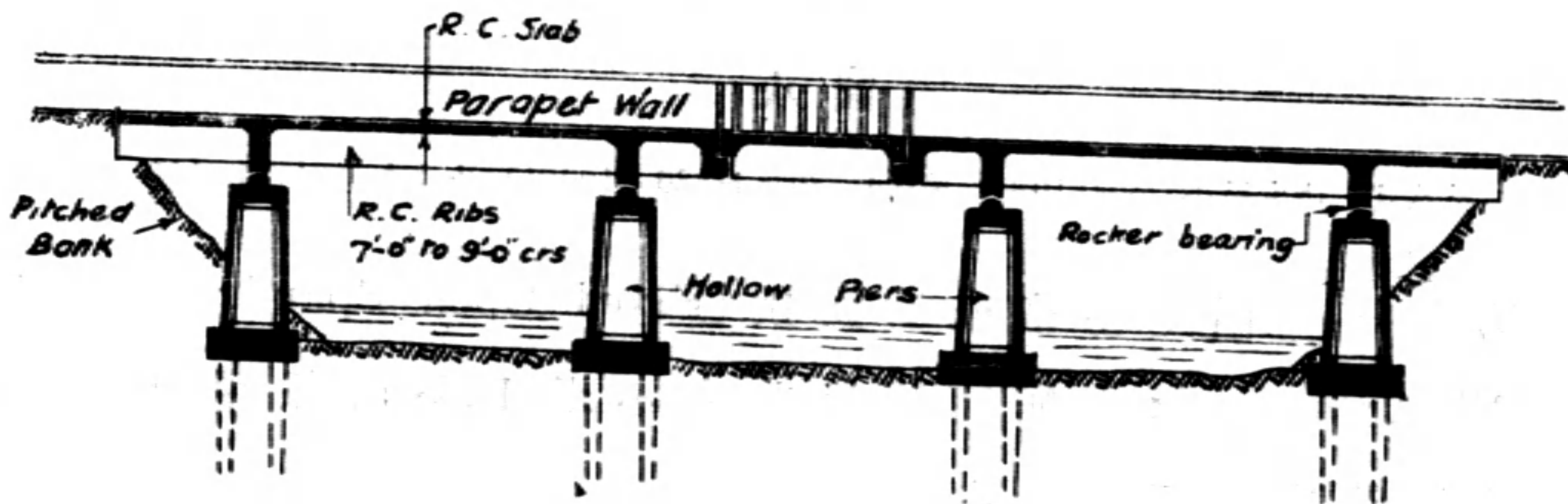
- (五) 第五式 變數惰性率式聯梁 (Continuous Girder Span with Varying Moments of Inertia) 此式橋之下面，頗似拱璇。縱梁之厚度，自橋墩起逐漸減小，至橋心處為最小。其剖面之惰性率，係變數。跨度可至 45 公尺。上部結構可與橋墩相連，如框架式，亦可用浮欄式。如用樞紐，則下部結構及地基之應力不致有不可知之數。



圖(五)

第五式：跨度最小9公尺(30呎)，最大已達52公尺(170呎)，尋常15—35公尺(50—120呎)。

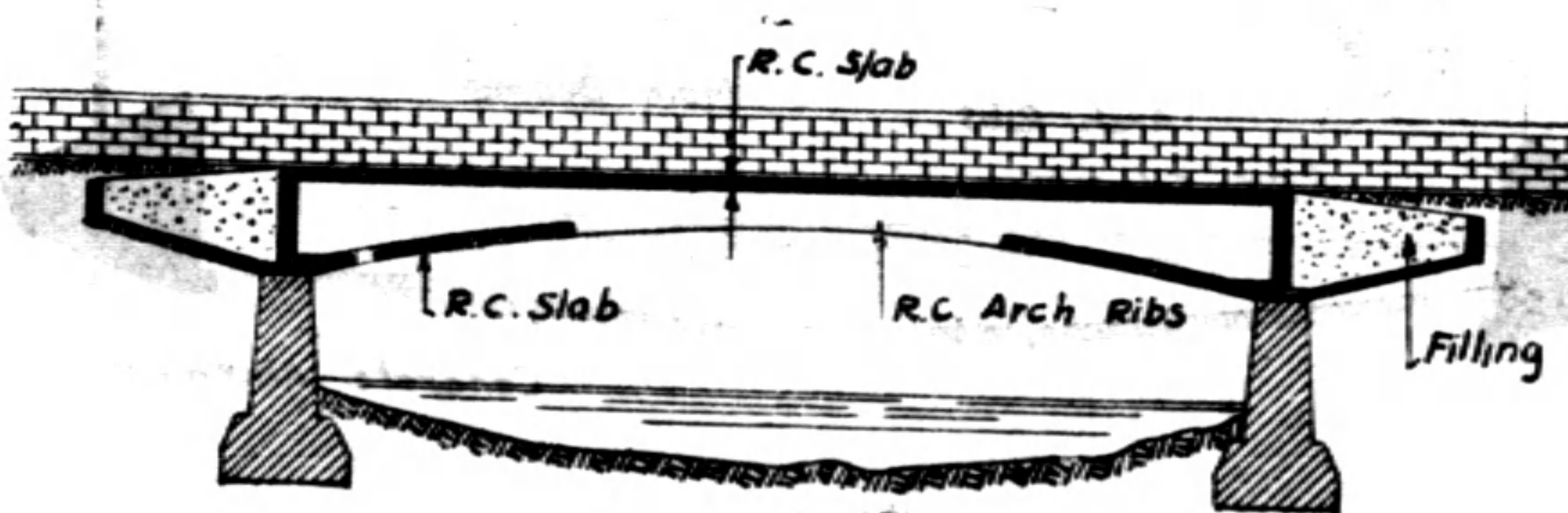
- (六) 第六式 雙懸臂梁帶中間懸攔梁 此式跨度可至60公尺，與津浦路黃河橋相同懸臂梁及中間一孔之懸攔梁，兩端均係浮攔。此式較前式柔性較大，在橋基易於沉陷之處尤為相宜。如跨度在12公尺以下，上下部結構間可用滑座，較大跨度宜用滾座，以便橋端在垂直面內旋轉。



圖(六)

第六式：跨度最小12公尺(40呎)，最大已達60公尺(200呎)，普通18—30公尺(60—100呎)。

- (七) 第七式 單孔雙懸臂梁 單孔梁在兩端岸墩外各延展為

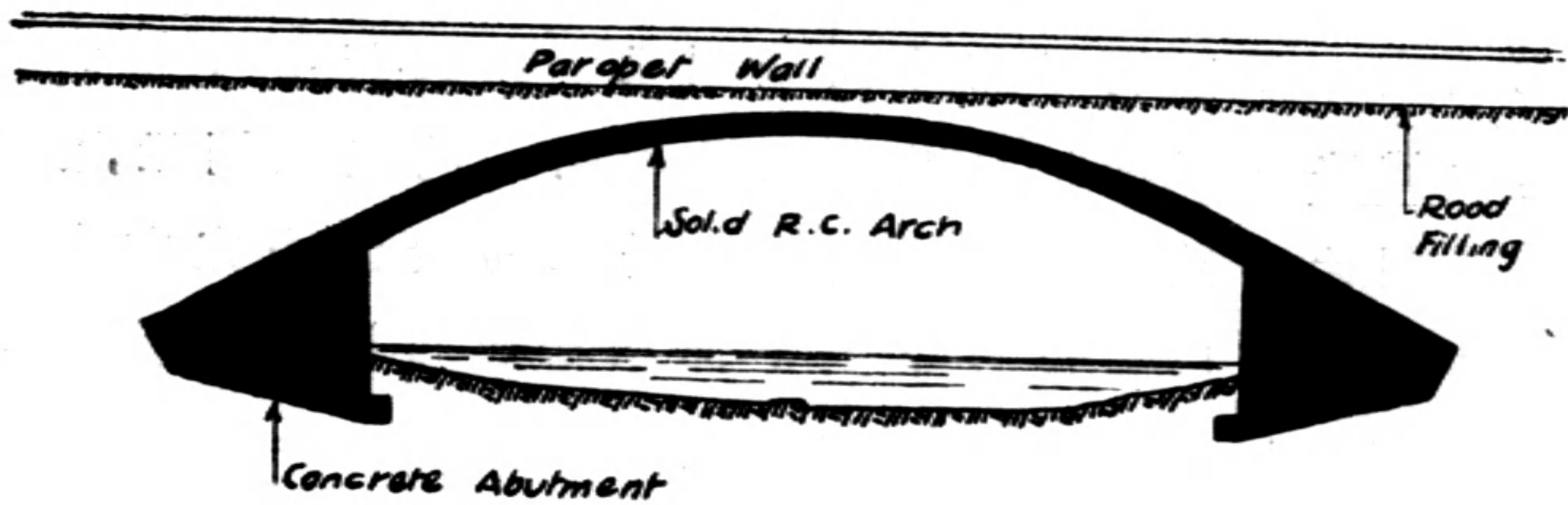


圖(七)

第七式：跨度最小12公尺(40呎)，最大已達137公尺(450呎)，尋常18—36公尺(60—120呎)。跨度特大時，底壁與橋面平，梁身突出橋面上。

懸樑，以減小中央部分之正力率。此式跨度可至 140 公尺。如所跨河流，有拉繩之船，兩懸臂下之空洞可作繩道。

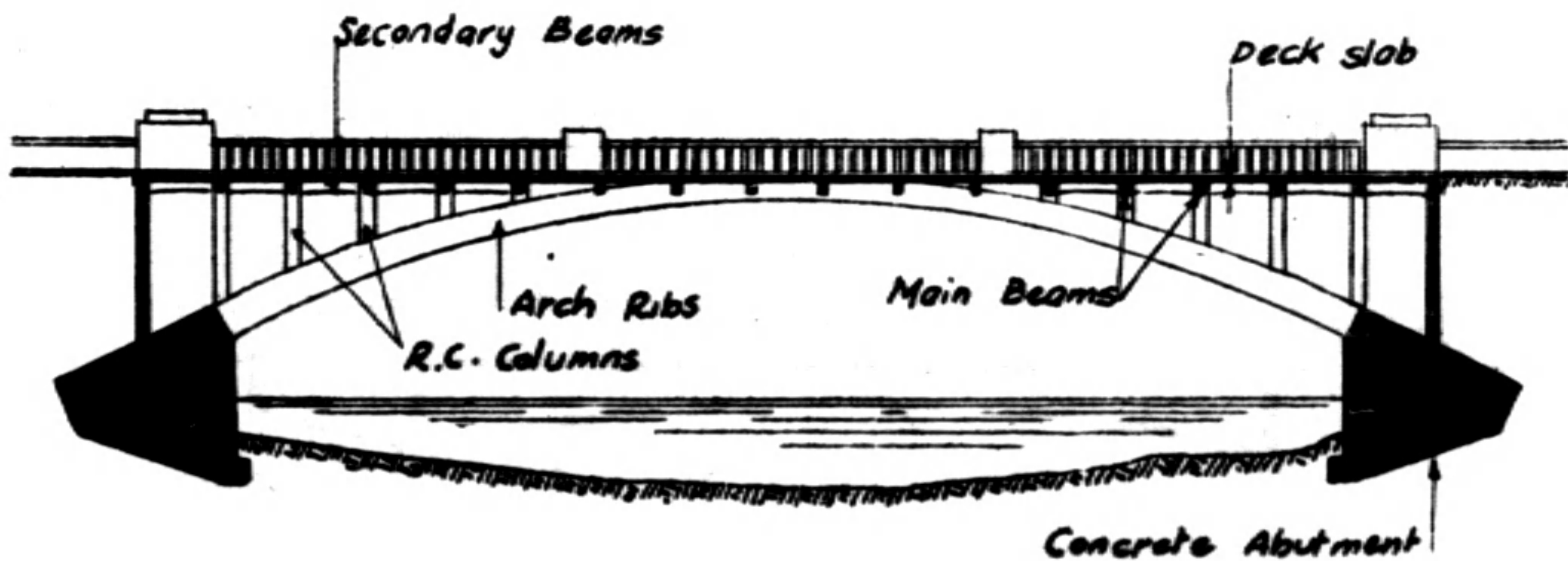
- (八) 第八式 固定實拱 (Fixed Barrel Arch) 實拱與橋墩成一整個結構。拱之兩邊係築實牆。拱背上填以合宜土料，與路基平。此式跨度可至 60 公尺，通常不過 35 — 45 公尺，因跨度太大時，拱背填土太多，增加靜重也。



圖(八)

第八式：跨度最小3公尺(10呎)，尋常9—30公尺(30—100呎)。此式亦可用於多孔橋。

- (九) 第九式 固定空格或肋條拱 (Fixed, Open Spandrel Barrel or Rib Arch) 兩邊無實牆，拱背亦不填土，路面係用立柱平版承托，跨度可至 180 公尺。

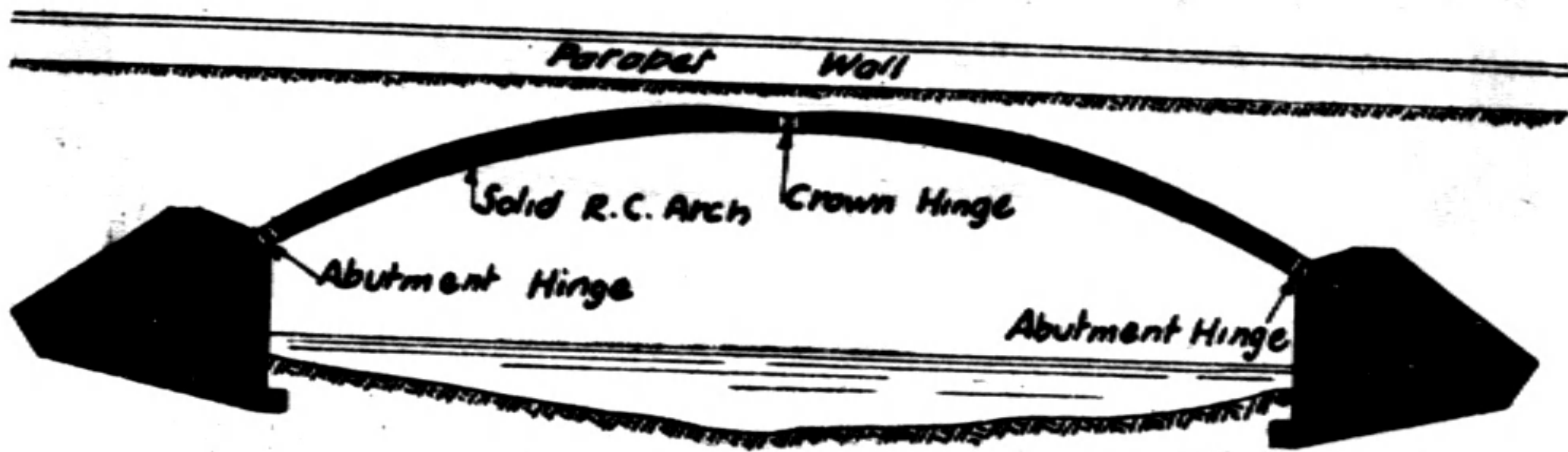


圖(九)

第九式：跨度，最小20公尺(70呎)，最大已達180公尺(600呎)，通常30—60公尺(100—200呎)。

肋條拱可為兩端固定式或雙鉸鏈式或三鉸鏈式。亦可用於相連之若干孔。

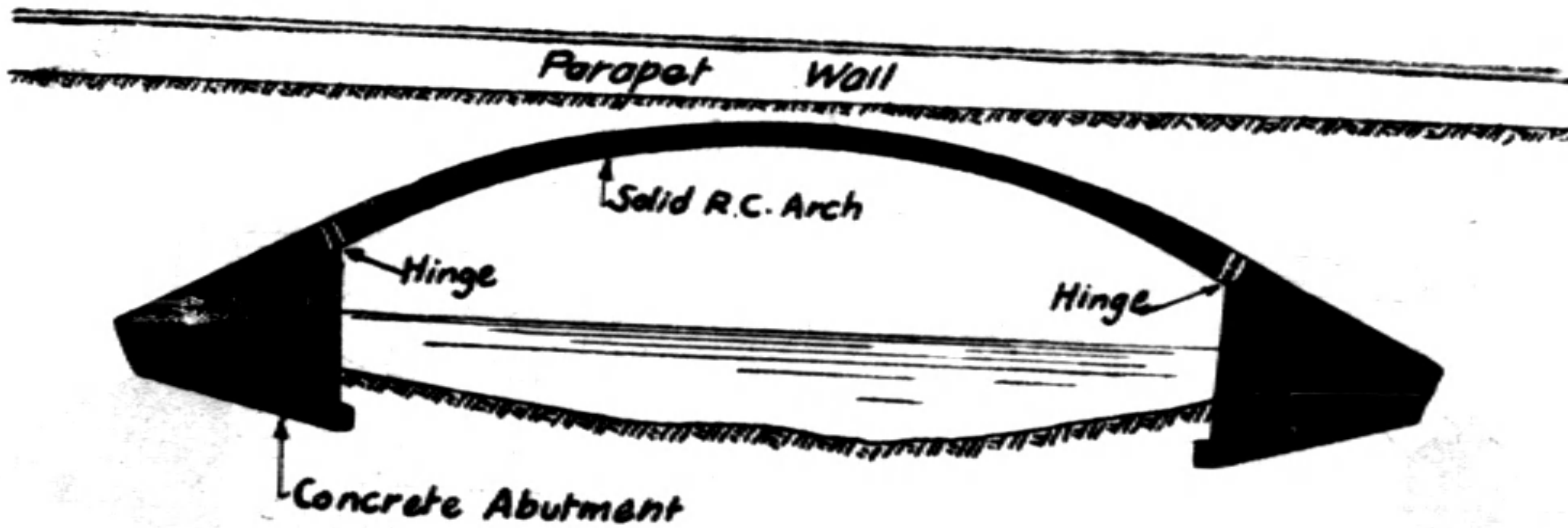
(十) 第十式 三鉸鏈式拱梁(Three Hinged Arch) 此式跨度可至60公尺,凡地基有沉陷可能,如礦區等處,最好用此式,且硬化時收縮力及溫度升降脹縮力均可減小。鉸鏈可全用金類,範於混凝土內,或繫於鋼筋上。



圖(十)

第十式: 跨度最小12公尺(40呎),通常15—30公尺(50—100呎)。此式亦可用於多孔橋。

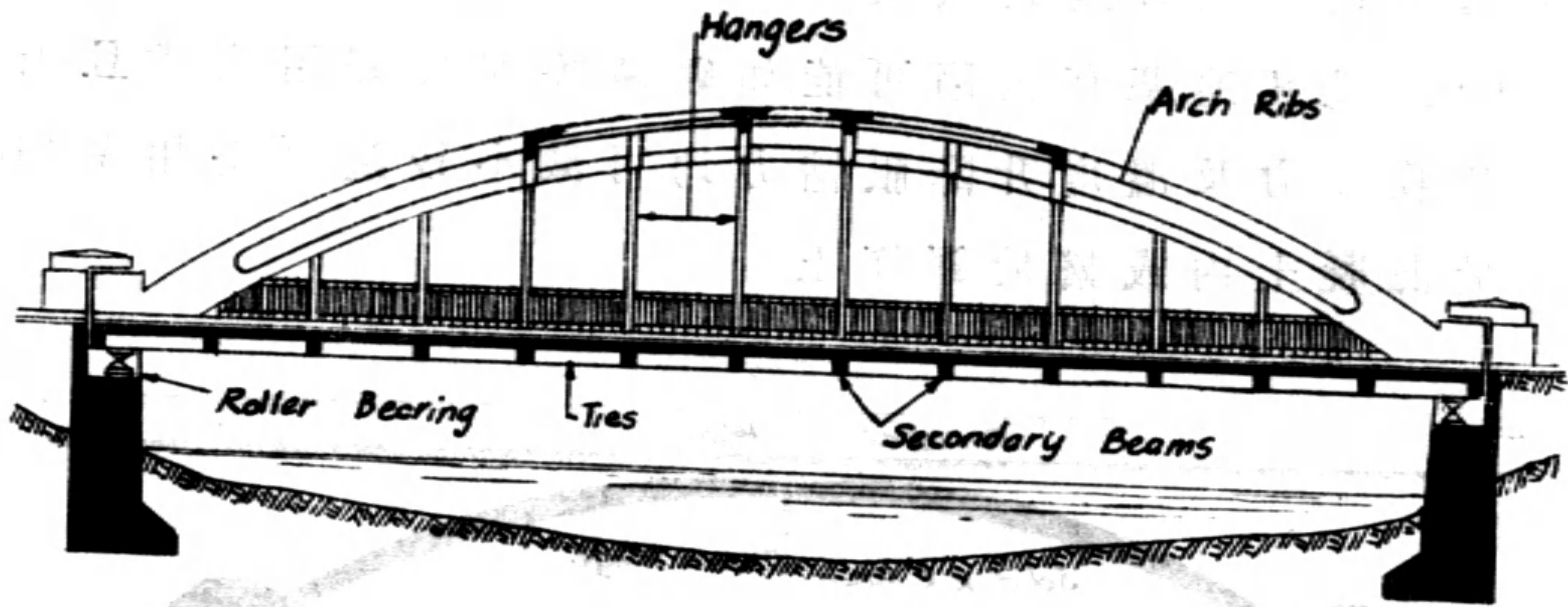
(十一) 第十一式 雙鉸鏈式拱梁(Two Hinged Arch) 此式不甚適用。



圖(十一)

第十一式: 跨度最小12公尺(40呎),通常15—30公尺(50—100呎)。此式亦可用於多孔橋。

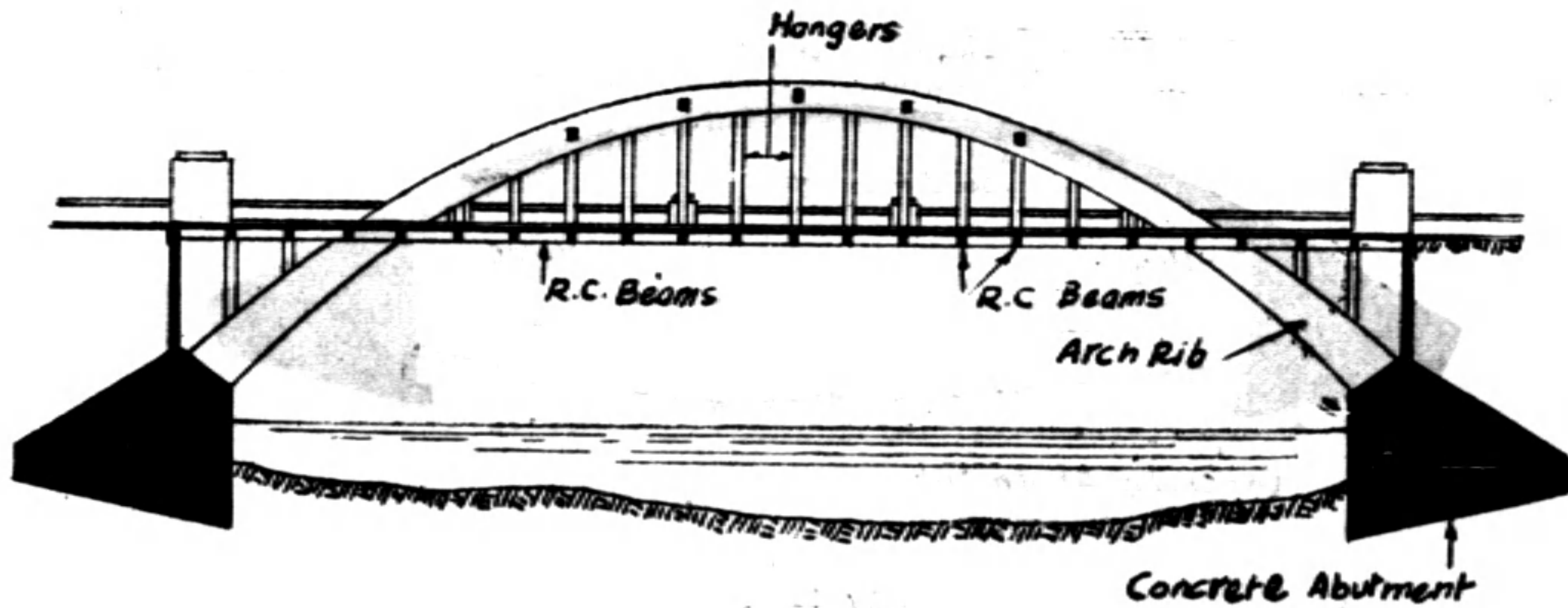
(十二) 第十二式 弓弦式拱梁(Bow String Arch) 拱背位在橋面之上,連拱脚以拉條,以禦拉力。跨度可至90公尺有人以為拉條易使混凝土髮裂但並無直接證據。



圖(十二)

第十二式：跨度最小20公尺(70呎)，最大已達90公尺(800呎)，通常30—45公尺(100—150呎)。拱頂設絞鏈亦可。

(十三)第十三式 半掛橋面式弓弦拱梁(Partially Hung Decking Bow String Arch) 此式即前式之變格，即橋面位置不在拱腳處，而在拱背拱腳之間。大部橋面為中部拱背所吊，其兩端橋面又為拱背所承，此式不常見。

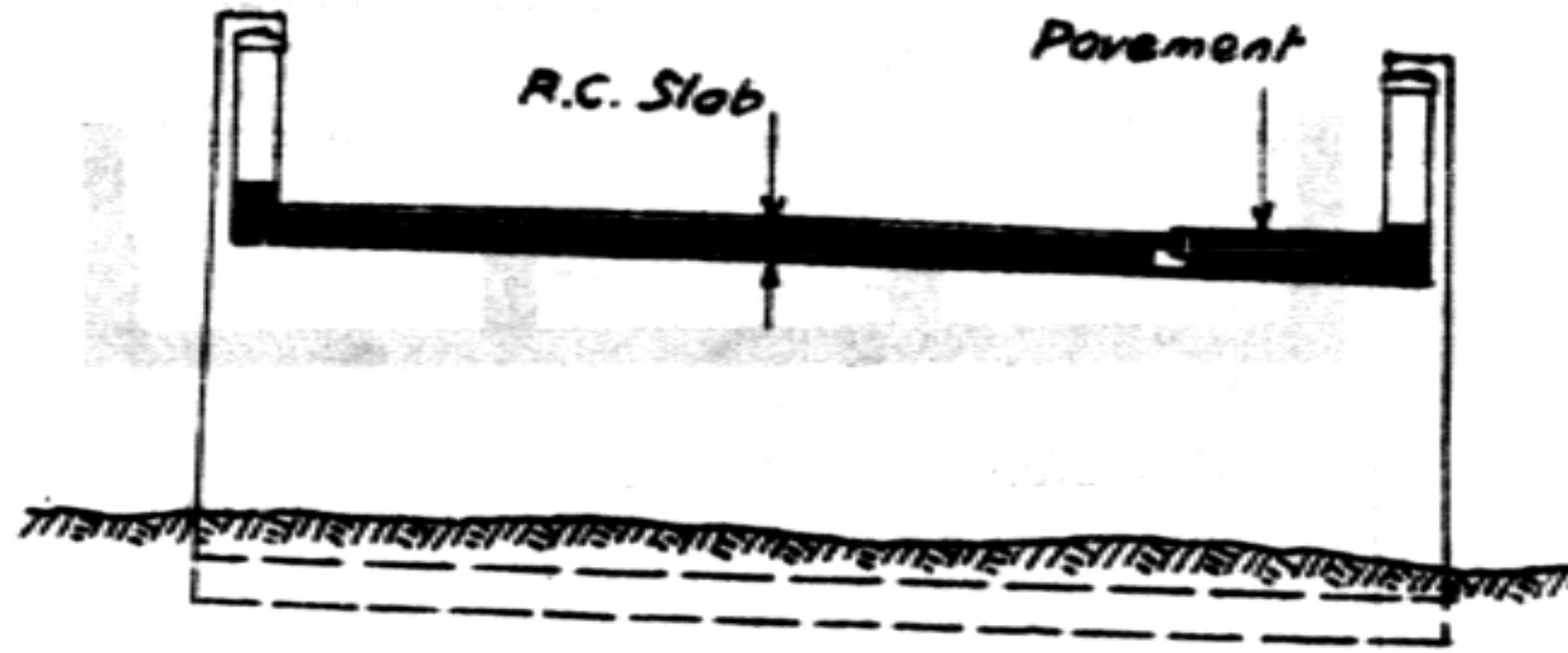


圖(十三)

第十三式：跨度最小35公尺(120呎)，通常55—75公尺(180—250呎)。

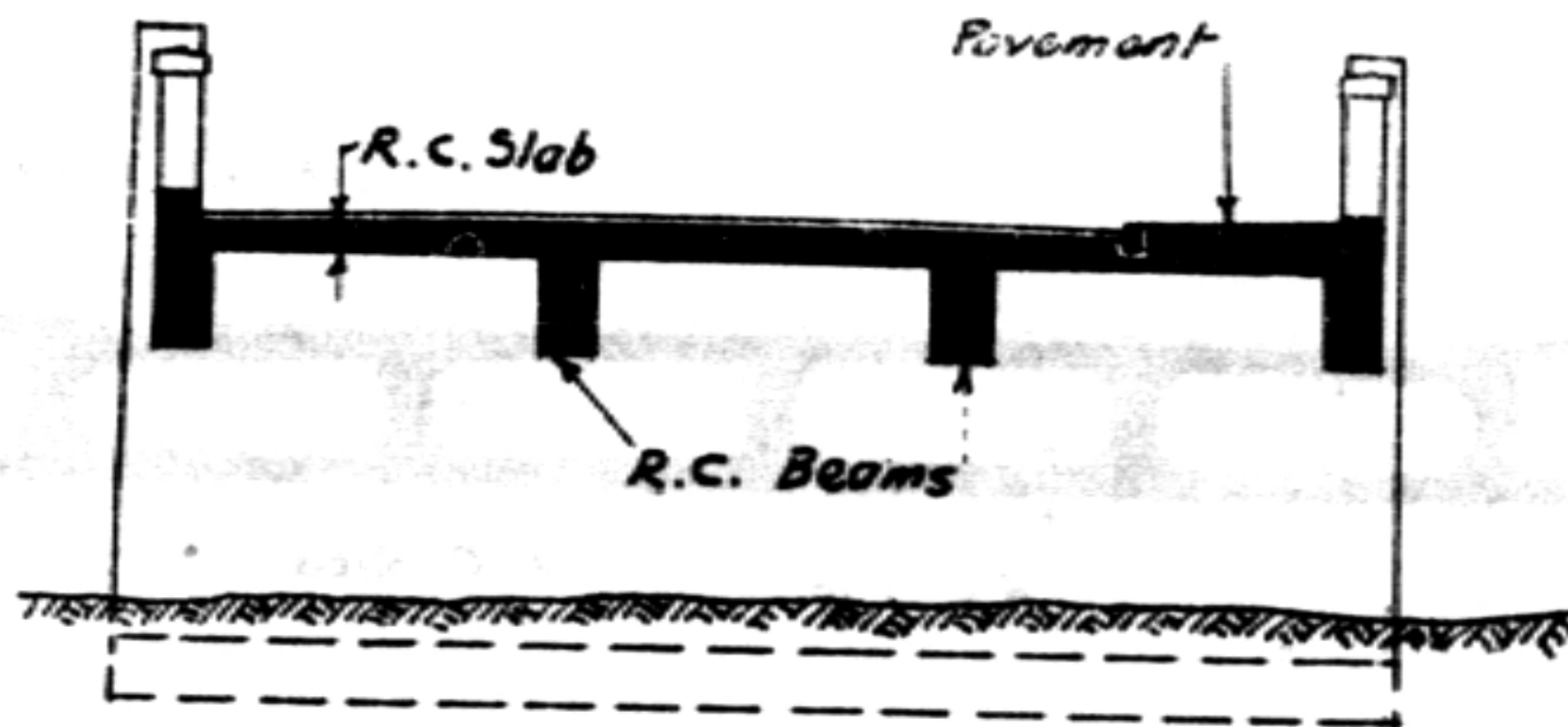
以上十三式係縱向佈置。至於橫向佈置，尚有五式：

(一) 第一式 全橫面均係等厚之平版，短跨度橋用之。



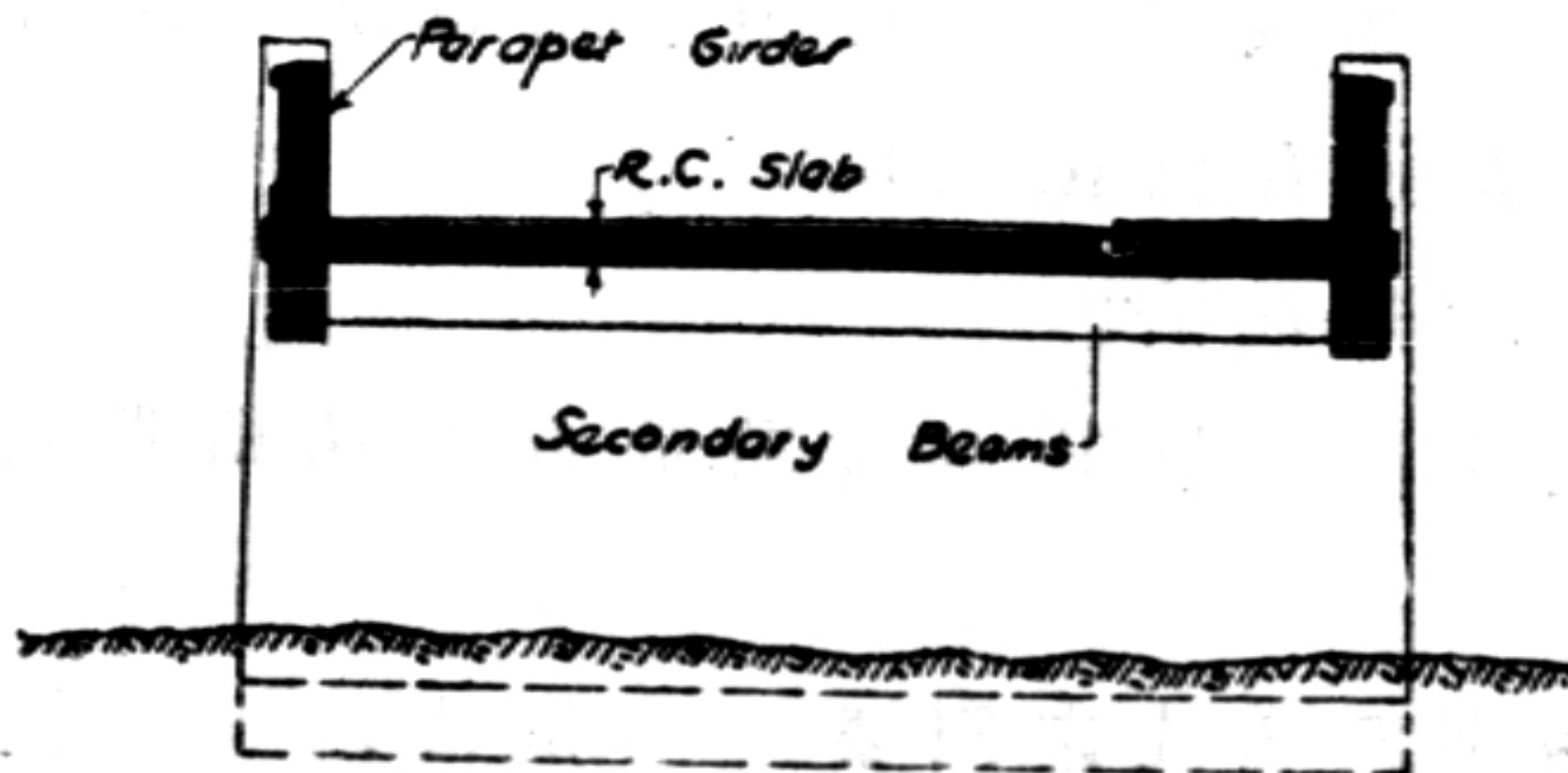
圖(十四) 橫向佈置第一式

(二) 第二式 平版為若干縱梁所承托,此係最通用之式。



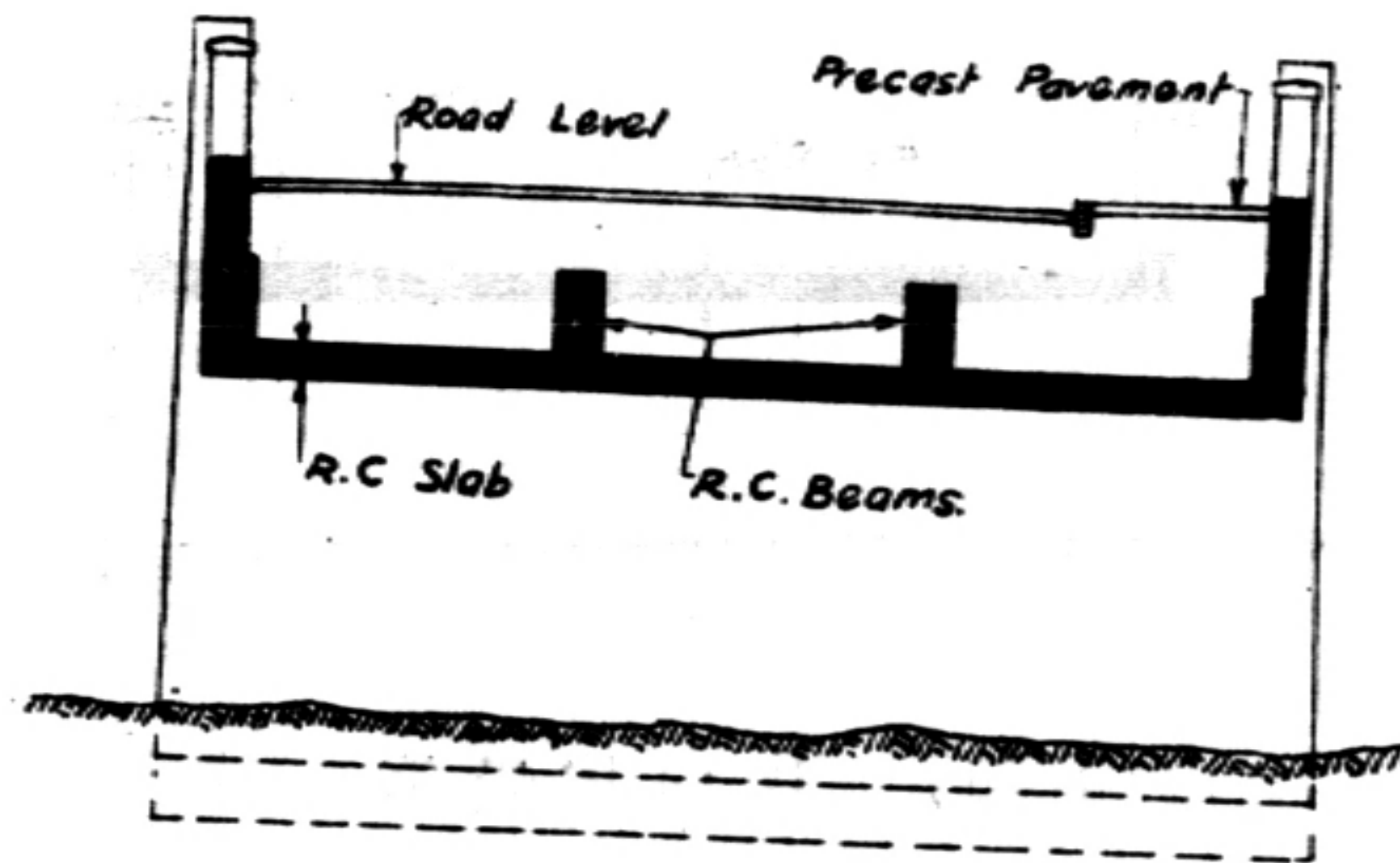
圖(十五) 橫向佈置第二式

(三) 第三式 平版為兩邊高出橋面以上之縱梁所承托。



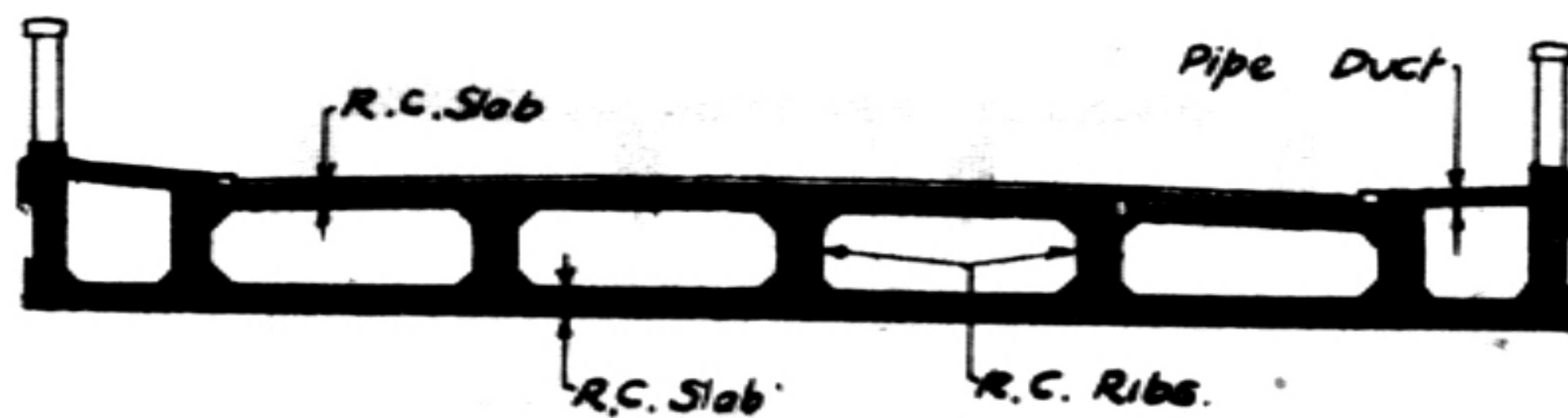
圖(十六) 橫向佈置第三式

(四) 第四式 縱梁在平版之上,此式不常用。



圖(十七) 橫向佈置第四式

(五) 第五式 設兩層平版,底層平版與梁底平,上層平版與橋面



圖(十八) 橫向佈置第五式

平。此式外觀頗似實體式,靜重較小,宜於長跨度橋。

第一,二,四,五式對於任何寬度之橋面均可適用,惟第三式只宜於窄橋面。

設計者究採應取何種式樣,須尋出以下三問題之答案:

- (一) 何種式樣最適合橋位環境?
- (二) 何種式樣為最經濟?
- (三) 最經濟之式樣有無其他劣點?是否須採稍貴式樣以避免此項劣點?

(二) 有關選擇橋式之因素 為解決以上三問題,須對於右列兩種因素加以研討。

(一) 天然因素

(甲) 地基 (Subfoundation)。

(乙) 易受擾動之地基。

(丙) 橋下淨空之限制。

(丁) 橋之總長度。

(二) 人爲因素

(戊) 載重(Load)

(己) 橋之寬度(Width)

(庚) 橋之輪廓(Contour)

(辛) 橋之外觀(Appearance)

茲將上列各因素逐項討論如下：

(甲) 地基 基工造價高貴者，宜用長跨度，少做橋墩；基工造價不費者，可縮短跨度，多做橋墩。

多孔橋梁之分孔法，務使上部與下部結構造價約略相等。但有時堅固地基距河底甚深，照通常造價，即用打樁法亦不易得可靠基礎，則應用浮排式，將橋重勻佈於全橋所覆之面積。如是，即基工稍貴。亦宜用短跨度，因如用長跨度，恐浮排式地基受力過度也。

如橋基非至極深處不可者，則橋梁施於墩基之力宜爲垂直，故不宜用單孔拱梁。

其在多孔拱梁，因橫推力之大部份均在中間各橋墩處抵消，故前條所述不必過於拘執。

如基礎不深，且甚堅實，拱梁最宜。

河水頗深，則橋墩施工時勢須先築臨時擋水堰工。此種工作乃基礎工程中之耗費部份。故如其他因素相等，以採用長跨度爲宜。

下表所列爲各種跨度上部結構每單位面積之靜重及每單位面積之動重約數。設計者依據此表，可約略算出地基上所負之重量。如基土負重之能力已約略查得，則每橋墩寬度立可算出。如橋基總寬度不超過全橋長度 20 — 25 % 以上，尚

可增加基寬,以減少應力。如在 25% 以上,則不妨將橋基加深至較堅實之土石層,或用打樁法以加固地基。

橋面載重約計表

跨 度		靜 重 約 數		動 重 約 數	
公 尺	呎	公斤/方公尺	磅/方呎	公斤/方公尺	磅/方呎
6	20	800	160	2400	490
9	30	900	180	1950	400
15	50	1000	215	1550	320
20	70	1200	250	1400	290
30	100	1500	310	1250	260
45	150	2000	400	1100	230
60	200	2400	490	1000	210

例如跨 度 = 30 公尺,求橋基之總寬度。

照上表: 靜重 = 1500公斤/方公尺

動重 = 1250公斤/方公尺

下部結構重量 = $\frac{2}{3}$ 上部結構重量 = 1000公斤/方公尺

3750公斤/方公尺

假定基土負重力 = 每平方公尺 22 公噸

橋墩長度 = 15 公尺

故墩基之寬度 = $\frac{15 \times 3750}{22000} = 2.56$ 公尺

如係拱橋,可照下列公式以求橫推力 H:

$$H = \frac{Wl^2}{8r}$$

H = 橫推力; W = 重量; l = 跨度; r = 拱高。

(乙) 易受擾動之地基 (Subfoundation Liable to Disturbance) 凡礦區及鹽井所在之地,橋基下地層,常有沉陷之可能。此類沉陷,無異於小規模之地震。無論用何種材料,何項設計,欲使此項擾動不影響於橋基,殊不可能。縱增加地基寬度與深度,亦未

必能避免此擾動。設計者務須牢記：橋基或有沉陷者且有沉陷不勻者，故選擇式樣時至少須預備 15 公分以上之沉陷，不致影響負力及永久性。此處整個式結構最不相宜，最好用柔式，多用鉸點。如第六，第十，第十二各式，均有考慮之價值。

(丙) 橋下淨空之限制 橋身厚度之限制因素為最高水位，航船高度，及路面水平位。如各項因素所容許之厚度甚裕，任何式樣均可採用，如厚度有限。甚至不足跨度之 $1/12$ ，則第一，二，三，四甚至第六式，均不相宜。第十二式因梁身幾全在橋面之上，最為相宜，第五，七，十一，十三各式，亦有採用之價值。至橫向佈置，第一式建築厚度最小，第五，八，九，十一各式中部之建築厚度，或須占跨度之 30 — 40 %。

(丁) 橋之總長度 橋之總長度為主要橋孔 (Main Span) 及兩端引橋孔 (Approach Spans) 二者之長度所組成。主要橋孔為跨過河流之孔，其長度之選擇，務須使橋身不致妨礙流量。至兩端引橋孔之有無或長短，須視架橋及填土兩種工程孰為經濟而定。大抵窄橋兩端填土，擋土牆工程費，按孔長每公尺計算，所佔比率較大，不如架橋為宜。寬橋兩端填土，擋土牆工程費所佔比率較小，較為經濟。故橋愈窄者，橋孔愈宜長，橋愈寬者橋孔愈宜短。

(戊) 載重 如負重甚大，以用較小跨度為穩妥。如負重較輕，以長跨度為經濟。

(己) 橋之寬度 此項因素，關係於式樣者甚少。惟極短之橋可採用橫向佈置第三式，但欄梁易被車輛撞損，減少其負重力，不如將梁身置於路面下之為宜也。

(庚) 橋之輪廓 關於此項因素，可採用任何式樣，惟如用第十二式，橋面非水平不可，或在中部稍具拱形而已。

(辛) 橋之外觀 橋之外皮，如全用水泥，則任何式樣均可採用。如擬鑲用其他材料，如磚石等，則宜採用實體拱背式，如第一，二，

三,四,五,六,七,八,十,十一各式。

除別有理由外,多孔橋之孔數宜成單數,雙數終覺不美觀。在某種環境之下,某種式樣往往顯示不調和或不適宜之意味,但外觀畢竟非選擇式樣之主要條件,如在技術觀點上非採某種式樣不可時,即外觀不宜,亦可在所不顧也。

樓面成階段式之房屋

胡樹楫譯

德人E. Neufert氏著有“Stufenhaeuser”一文，載於本年三月份出版之「建築藝術與城市設計月刊」雜誌(Monatshefte für Baukunst und Städtebau, Heft 3, März 1935)，大致主張進深較大之統樓房屋，如百貨商場，工廠，貨棧等，其各層樓面可分為數級段，自邊部向中央遞低，以便納光。以其說頗新穎，用為摘譯刊入工程，藉供建築界之研究。

譯者附識

地面所受之陽光，多數時間非直接由太陽來，乃間接經由大氣轉射者。房屋納光之設計，宜純以「間接陽光」——又名「天空光線」(Himmelslicht)——為依據。間接陽光之強弱至為不齊。在全部天空為雲霧均勻掩蔽時，自北方來之天空光線最強，而近地平線(Horizont)者又多較近天頂(Zenit)者為強。然此種差別，與其他差別情形比較之下，殊屬次要，故本文不予計及，而逕視天空光線為均勻分佈於穹窿間者。如此，則每一窗納光之多寡與其對臨之天空面積(即自窗內可望見之天空面積)相關。故高出一切屋頂之天棚窗可受納全部天空光線，曠地房屋各層之窗則至多僅能以天空之一半為光源。如窗面與牆面齊平，則光線投射之「體界角」(Raumwinkel)在水平面內者為 180° ，在垂直面內者為 90° 。

若窗對向高屋(例如沿狹窄街道者)或光線之投射，在水平面內，為凸出之房屋部分所障礙，則光線投射之體界角——亦即投射光線之天空面積，——不免減小，但亦可由對面房屋得反射之光線不少。此種反射光線無法加以度計，故下文僅就完全對向曠

地之窗立論。

在完全對向曠地之窗戶內，從距窗愈遠之點，可望見之天空面積愈小，亦即該點所得之光線愈少。欲使房屋內之深入部分充分明亮，首應將窗戶盡量從大設置。

四向空曠之大房屋，內部無分隔者（每於工廠，貨棧，百貨商場等見之），若於其四週設置排窗，而窗柱所佔地位甚小，則內部所受之水平光線並不較近窗之處為少。垂直光線則反是，而為天花板與地板所限制。工作上需要光線最多之處為在桌面高度（約距地板面80公分）之水平面內，故使窗台低至與地板面平，殊無意義。坦平光線僅橫過桌面，僅具微小之間接照明作用。陡垂光線對於桌面之照明效用自屬較大。故窗頂應盡量放高，至約與天花板齊平，以利桌面之納光。

但內部有隔牆時，坦平光線經隔牆反射，每使靠內牆之工作桌面反較在其近旁而離窗較邇者為亮。

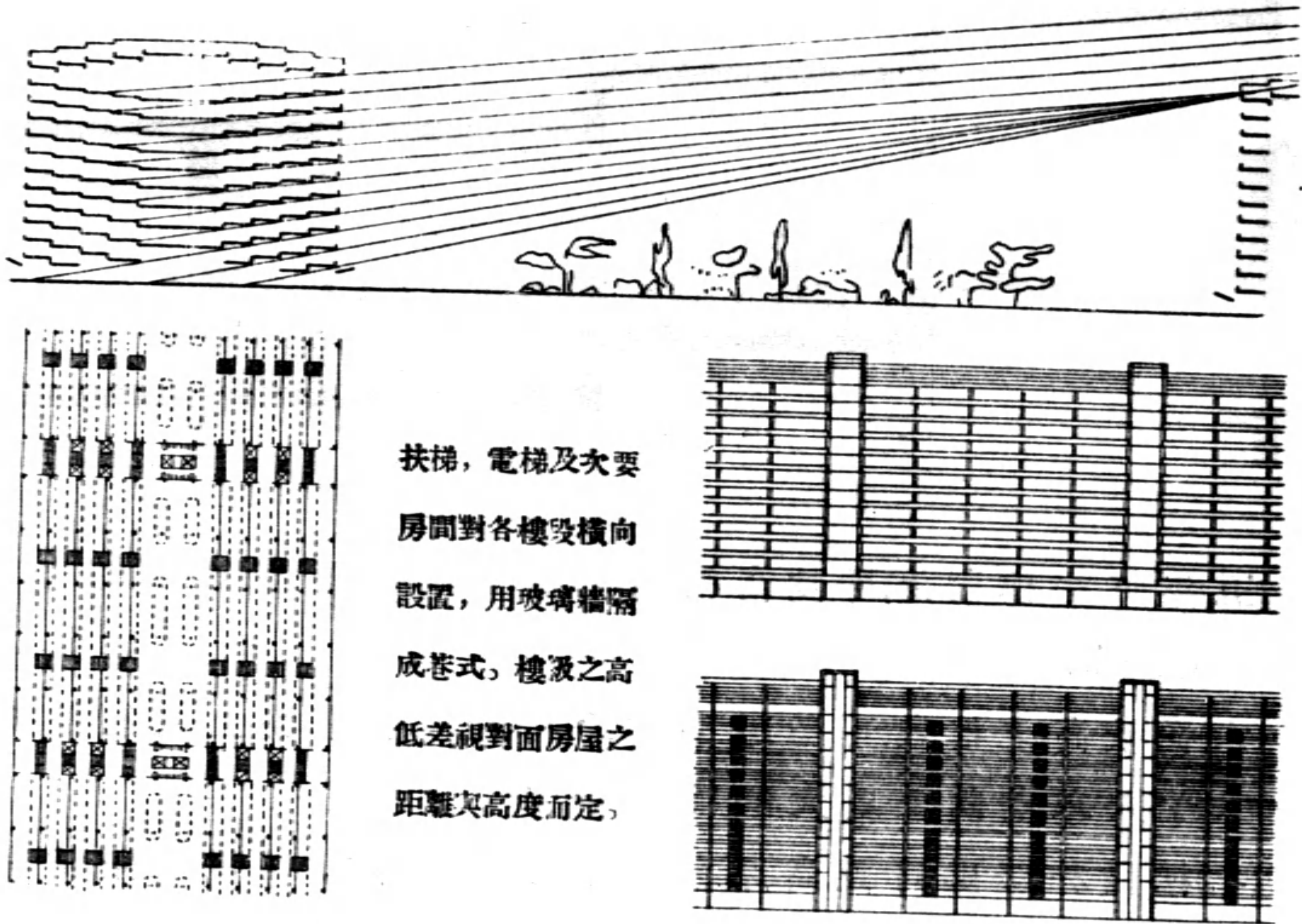
基於以上事實，距窗較遠之屋內工作地位，須有反射平坦光線之設備，以給予光明。此項反光設備，自不應以隔牆兼充，以其同時阻礙光線。故最好方法，為將天花板相當佈置使具反光之效。通常之水平天花板，完全不受直接光線，僅受地板面之反光，且為量殊少。今若使天花板受直接光線之投射，並施以適當顏色與裝修，則其所受光線向下反射者可達90%之多。

由以上所述各點，得一種房屋式樣，其特點為每層均以帶狀之排窗四面環繞，而樓面則向中央按級段式逐步降低。因此可得下述利益：

- (一) 四面環繞之帶狀排窗，使光線之水平投射角，對於屋內任何一點，大至無可再大。
- (二) 在垂直面內光線勻射於各樓段（圖一及圖二）。
- (三) 投射方向較陡之光線，以合式之窗台反照於內部（圖二下面左邊）。

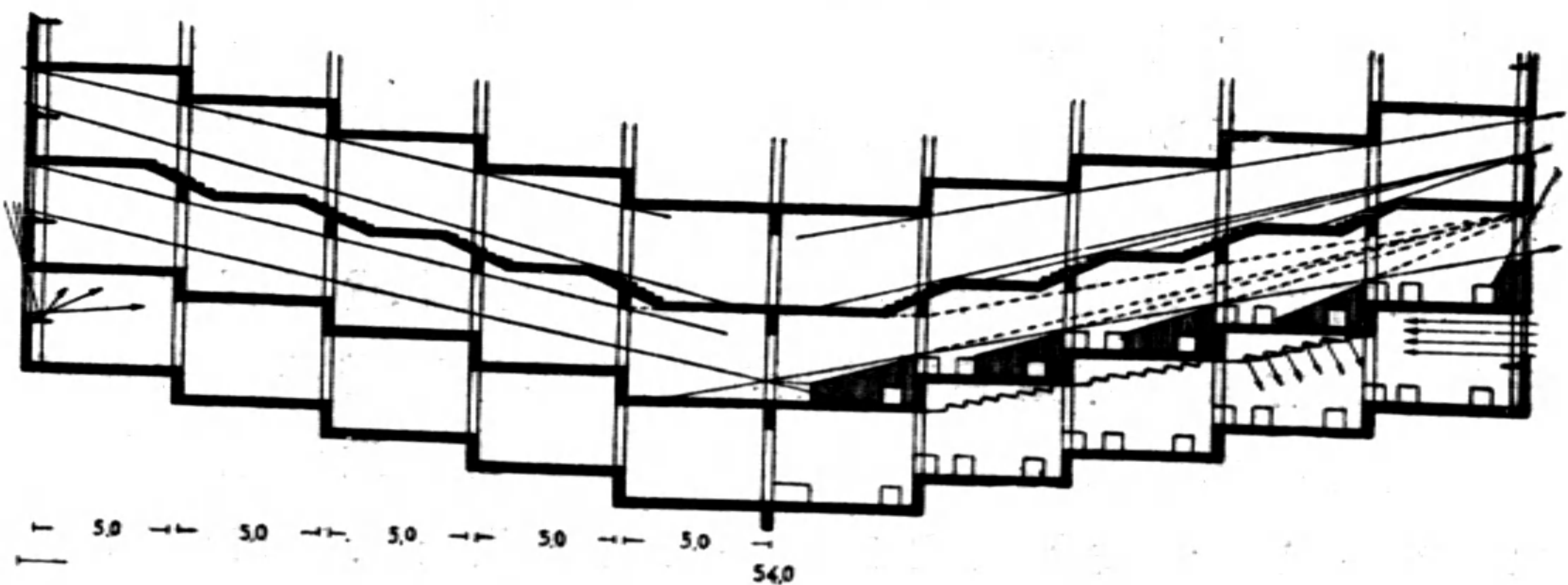
圖(一) 樓面成級段式之百貨商場

(上橫剖面(下左)平面(下右)縱剖面及立面



扶梯，電梯及次要
房間對各樓段橫向
設置，用玻璃牆隔
成巷式，樓段之高
低差視對面房屋之
距離與高度而定。

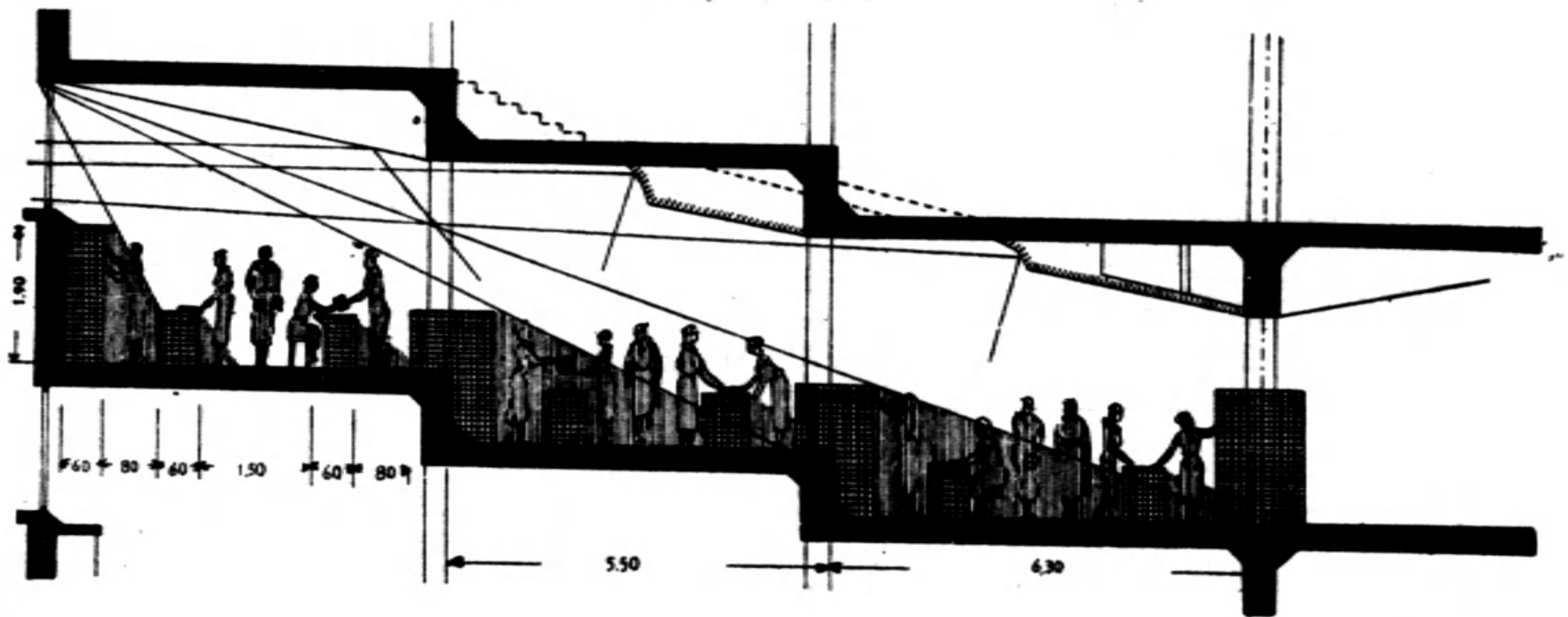
圖(二) 樓面成級段式百貨商場之橫剖面



上層示光線之直接投射，中層示陰影部分，下層左邊示窗台之反射光線，右邊示天花板反射光線，使陰影部分明亮。

(四) 投射方向較平之光線，以合式之天花板，反照於各工作地位 (圖二下面右邊及圖三)。

圖(三) 階段式樓面之陰影及天花板反光



(五)靠每一樓段邊,可設高櫥高櫃,既不阻礙光線,亦不妨害視線(圖三)。

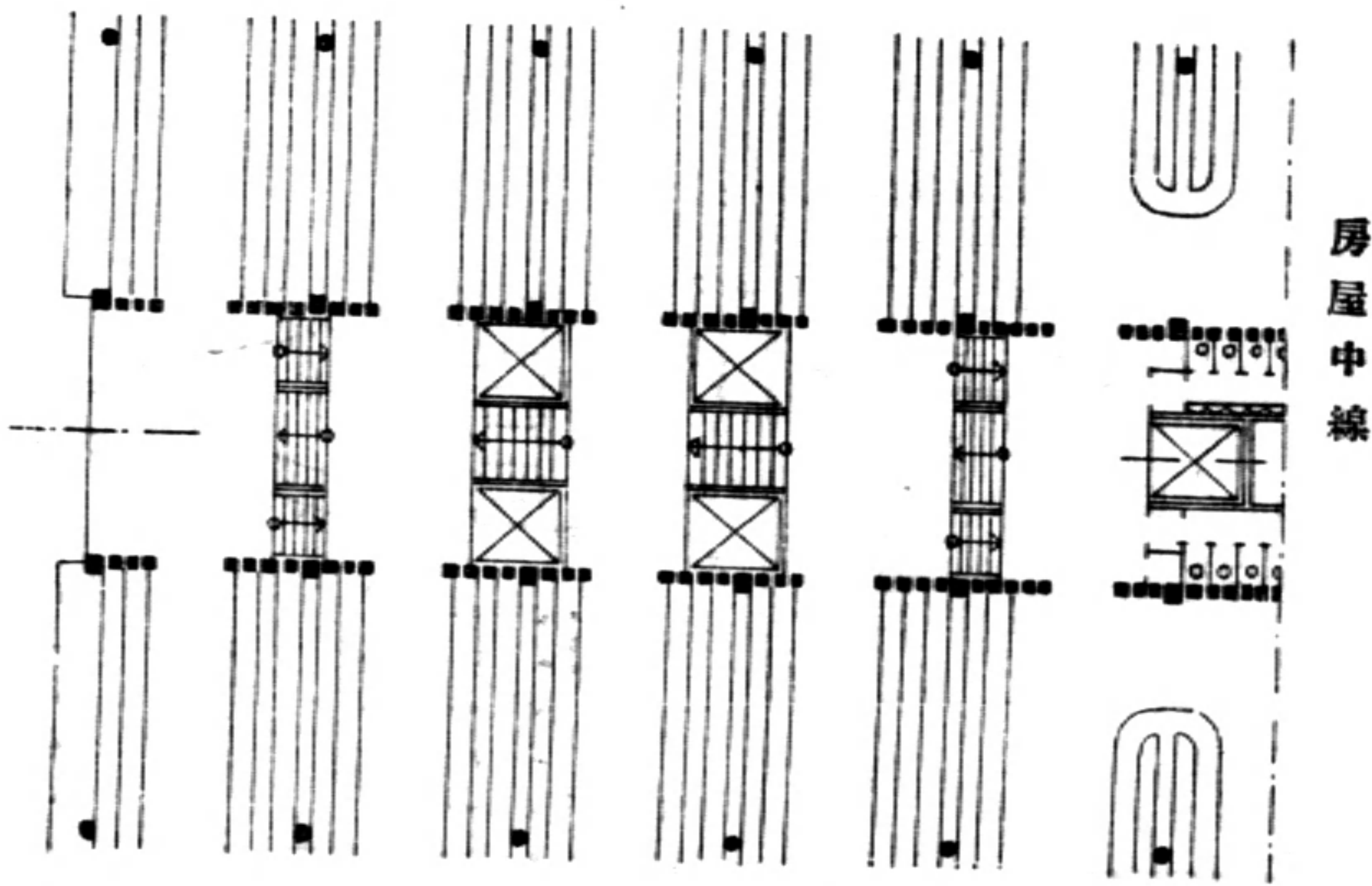
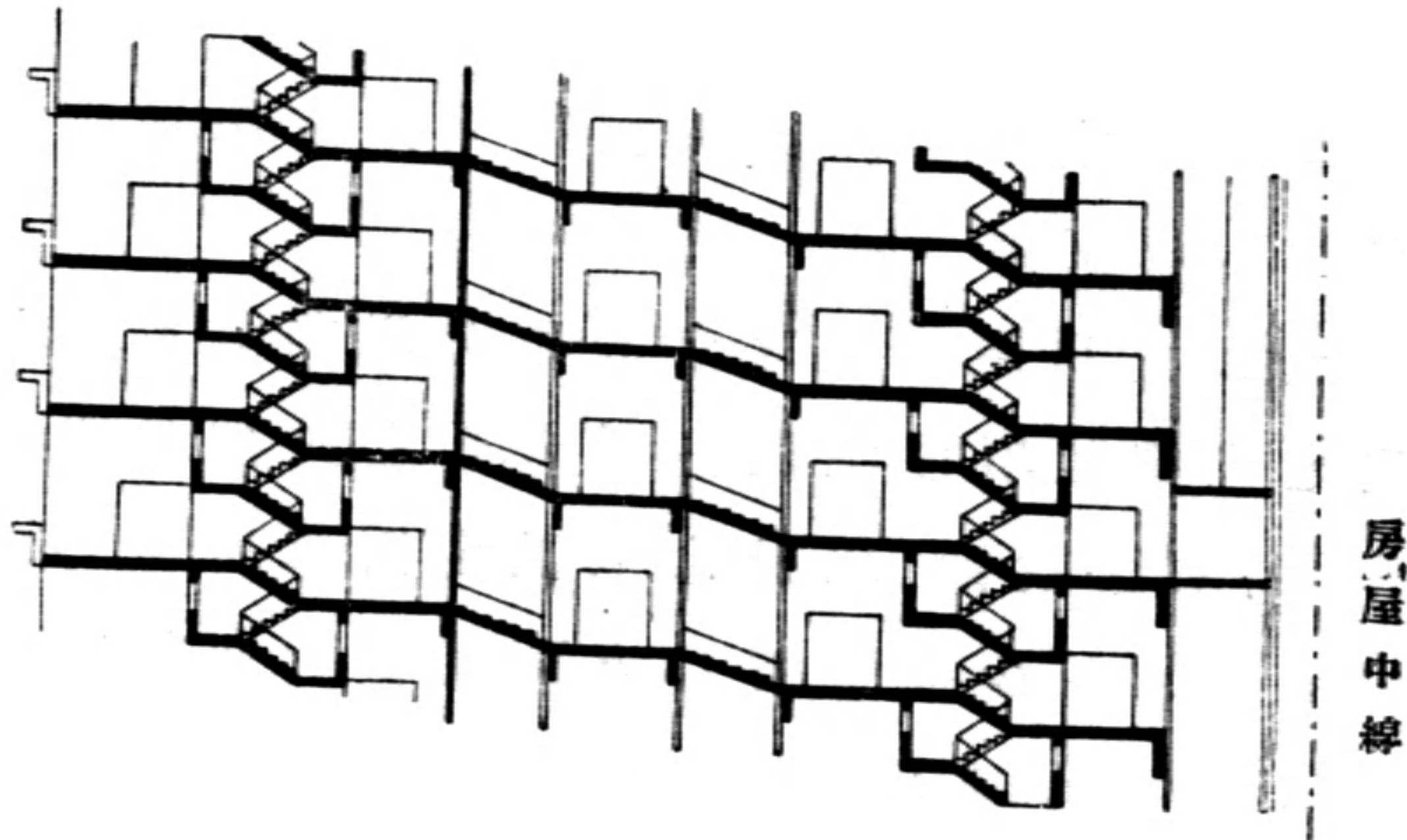
(六)從較高之樓段,可鳥瞰全樓,此點除具有業務上之利益外,並予人以空間上廣大醒目之印像。

(七)樓段分級處可設高厚之托梁(大料,承重),在設計上為有利,且因此可減少支柱數目,使光線少受阻礙。

樓板與斜天花板間之空虛部分,(參閱圖三)可利用以設置氣洞,電線,自動消防設備(Springler-Anlagen)以及燈光等。扶梯間最好置於房屋之中央或用玻璃磚牆分隔之樓巷內(參閱圖一及圖四)。

樓面成級段式之房屋,普通僅適用於工廠,貨棧,百貨商場,展覽會場等,有時亦可用為事務所(寫字間)與機關辦公處所等之需要宏敞面積與暢豁視線者。上述各種建築物之進深,前此僅可達14—18公尺(譯者按,係指白日完全利用天然光線照明者而言),據Prof. Dr. Jentsch氏之模型試驗,樓面成級段式之房屋之進深,則視所需光線之多寡,可達上數之二倍至三倍。Dr. Kleffner氏素以藉模型試驗研究房屋之納光問題著名,不久將覆核Jentsch氏之試驗結果,但該氏現已能以概算方法推斷:30公尺以下進深之樓面

圖(四) 階段式樓面房屋內扶梯及電梯之佈置



分級段式房屋可納受足用之光線。以上均係指房屋在樓面分級之方向外面完全空曠而言，例如沿廣場，河流，湖岸等。若對面有其他房屋，則兩屋間之距離須足使各樓段納受直接光線。

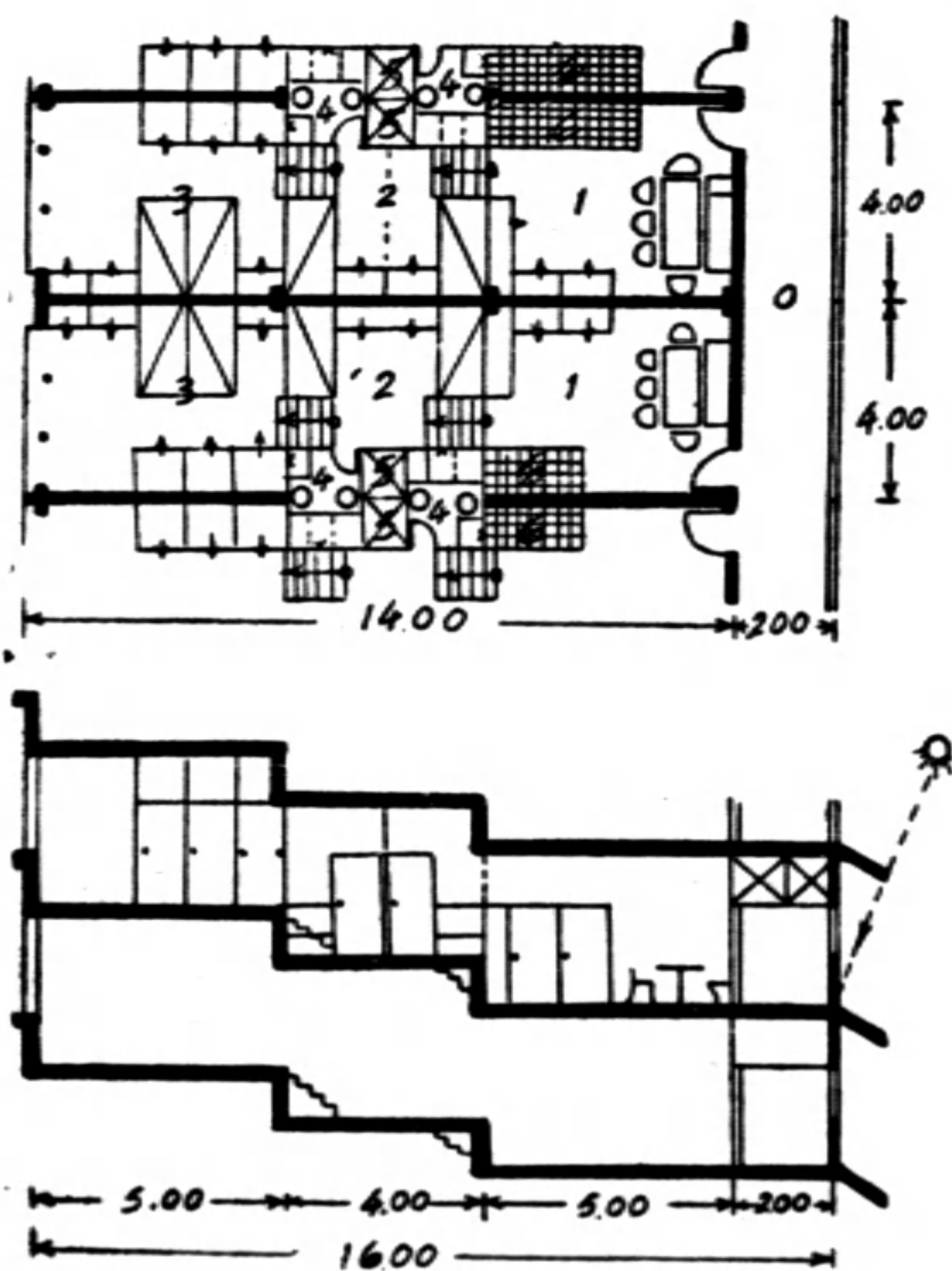
各樓段之高低差，普通以不過 1 公尺為度。其間升降交通或藉級步，或藉斜坡（工廠等），或利用活動梯（百貨商場）。

聯絡各層樓面之扶梯及電梯，對各樓段橫向排列者，宜兼跨兩樓段之間，其總佈置並適於一切樓段間之交通（圖四）。如此，「梯

巷」本身亦可受納陽光，僅次要房間及廁所等需要人工給光通氣設備。

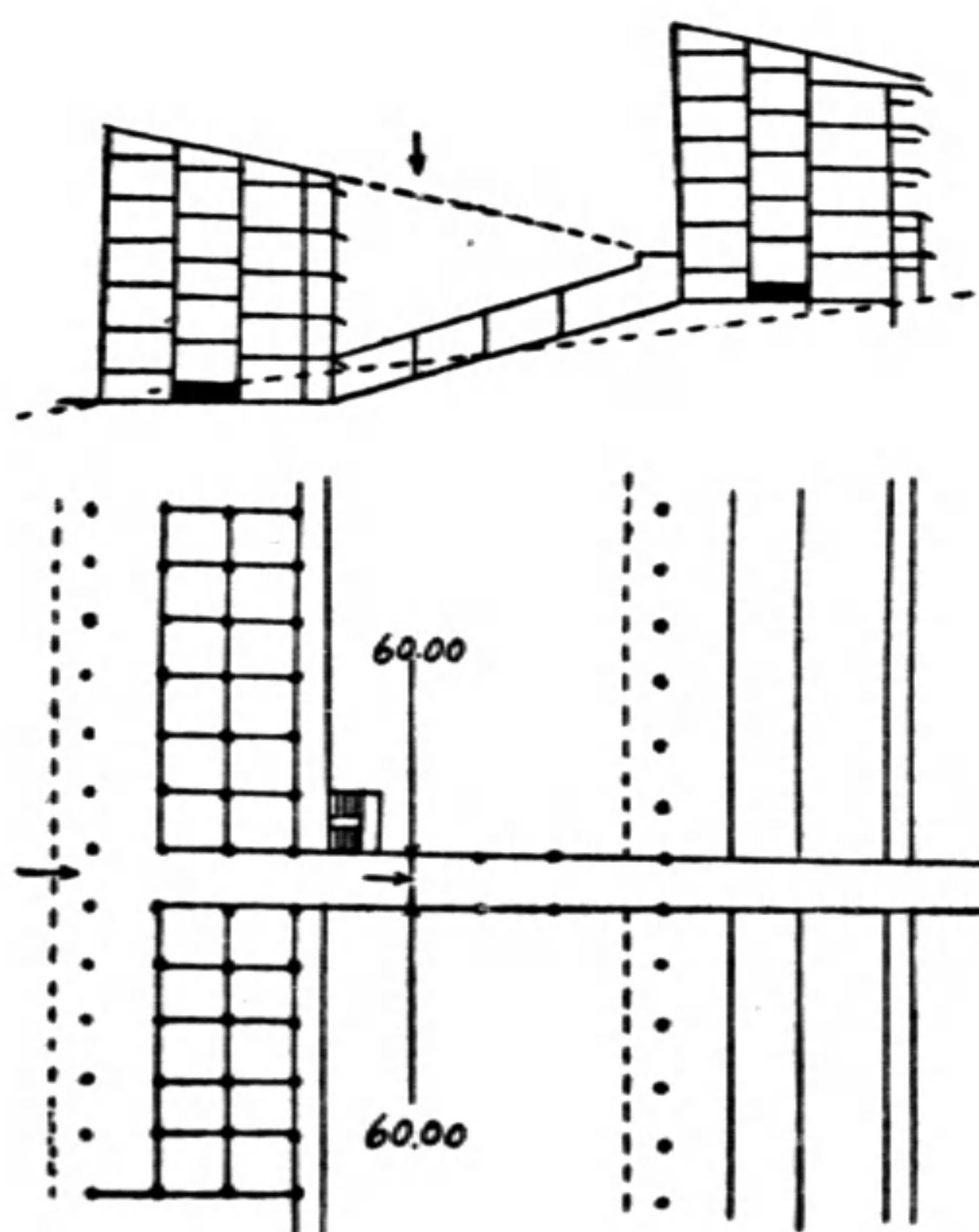
樓面成級段式之房屋，其屋面亦宜分成級段，惟自兩邊向中央遞高與樓面相反圖一。

本篇所論之房屋形式，著者在不久以前，曾應用於秘魯某山坡上之住宅建築。該項住宅係多層式，聯立成排，各單位形式一律，並須有各種「摩登設備」以及冷氣設備。因此房屋外面受日光晒照之面積須力求減少，而於背日方面開窗，於向日方面設遮蔭之走廊。各家之起居「室」通焉（圖五。兒童臥「室」及浴「室」較起居「室」高數級步，父母臥「室」又較兒童臥「室」高數級步。如此佈置，可使低處不能望見高處。因地處熱帶，最低之起居室最為涼爽，又以樓面分級段及當地日光強烈之故，光線亦頗充足。該地又在所謂「熱帶多



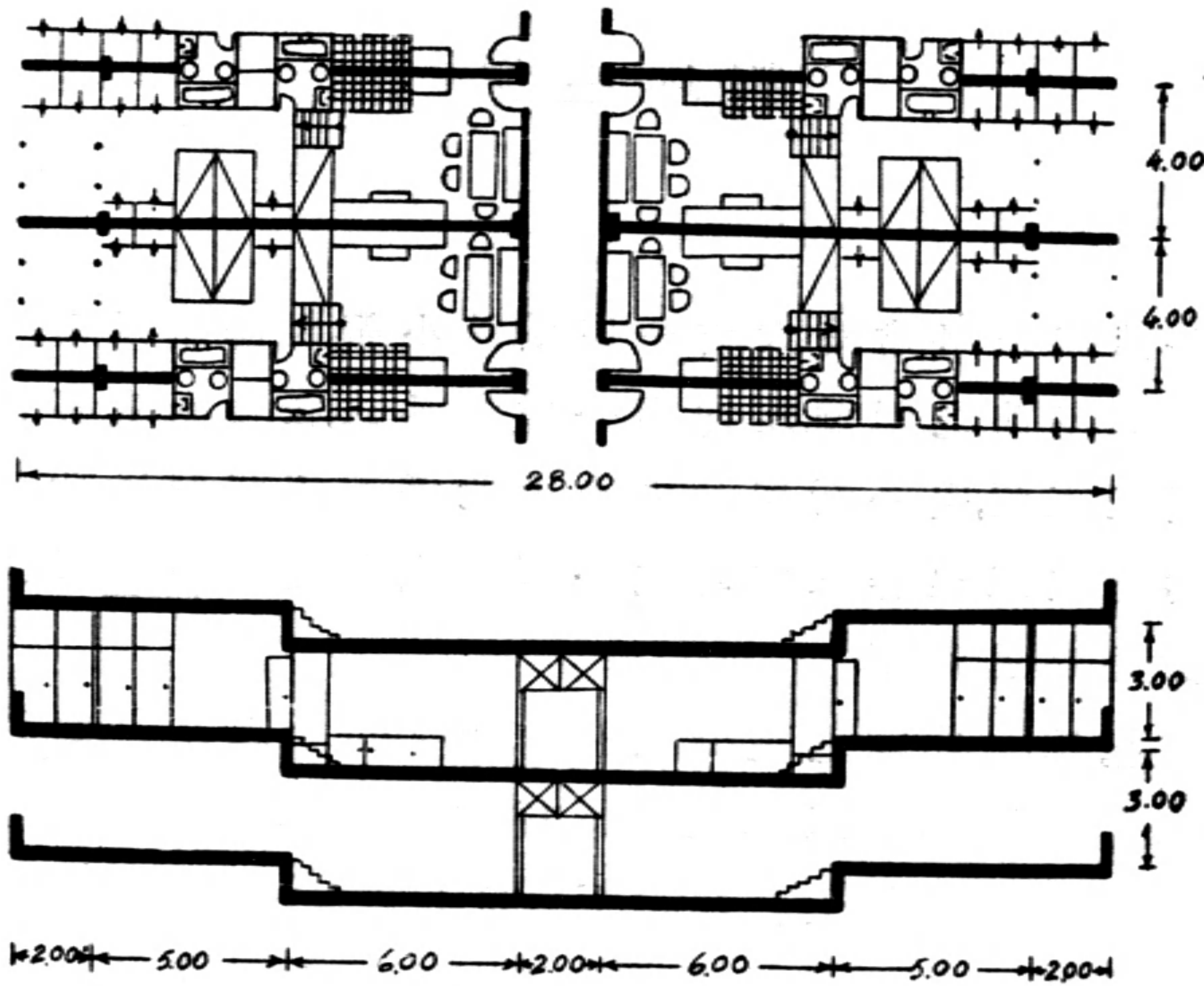
0 走廊 1 起居室 2 兒童臥室 3 父母臥室
4 浴室 5 排氣洞 6 家事操作處

圖(五) 秘魯某處礦工住宅之平面及剖面



圖(六) 秘魯某處礦工住宅之縱剖面及平面

雨森林區」(tropisches Regenwaldgebiet)內,故各排房屋間聯以走廊,並在背日一面,以地面層最高一段之下面地位為聯絡各房屋單位間之通路(圖六)。因房屋建於山坡,各排房屋間之距離不必甚大,而屋內光線,雖在地面層內,亦不致受阻礙(圖六)。



圖(七)

此外建有獨身者之宿舍一列(圖七)。每兩單位分列於一甬道之兩旁。甬道之上部為輸氣洞所在;排氣洞則如前例置於兩浴室之間。每一單位僅分兩級段,即起居「室」及臥「室」。屋面亦成級段式,俾憩留者自任一級段均可眺覽風景。最高級段之下面,設橫排氣洞,與浴室間之豎排氣洞相連。

建築深水橋基新法

劉峻峯譯

丹麥國家鐵路建築大橋一座，橫跨小帶。因海水過深，橋基建築工程遭遇空前之困難，遂採用一種新法式，在技術與經濟方面，均足為橋梁工程，開一新紀元者。今由此橋基工程判斷，此橋之建築堪稱為近代工程特殊成功之一頁。茲先將建築小帶橋工，具有興趣者數點略述於下：

橋之概況 此橋之設，為銜接撫南(Junen)與茹提蘭(Jutland)及輔助鐵路輪渡與二私家輪渡。該橋之跨海部分，計長825公尺近撫南海岸之鋼筋混凝土拱橋，計長138.4公尺；全橋共長1,177.80公尺。水道中部，深40公尺；橋墩基礎，深37公尺；由水面上至橋墩之頂高31公尺；橋之最高部分，在水面上58公尺；橋梁鋼架本身之高度，在此點為最大，計24公尺；橋孔亦以此處為最長，計220公尺。故海中橋墩，與鋼架橋梁，於此形成95公尺之異常高度——從橋墩底部量至鋼架上頂——低於漢堡市議會房屋(Hamburg Rathaus)僅一二公尺。

橋墩基礎工程 建築近岸之橋基時，並無特殊困難；惟有數處橋基，須建在深約40公尺之海底，普通所用壓氣沉箱法，於此處則變為不可能。良以在此種深水之下，氣壓大至每平方公分3—3.5公斤(每方呎42.5—50磅)，在沉箱中工作，縱極縝密防備，工人生命亦有危險之虞。於是包工家想出一種完全新穎之方法，以完成此項工程。其法與壓氣法相同，亦採用沉箱，但工作之進行，毋需壓

氣耳。此法之應用，祇限於適宜之海底。本橋墩基所在之海底，其土質為粘性硬泥，若不鬆動，乃完全不透水者。所用之沉箱，周圍為鋼筋混凝土空樁所組成，每柱內孔直徑為 1.18 公尺，鄰比排列，形成一環。環之內部，為一完整建築，計具有 34 密室，與一共同平底。此項沉箱先在近岸特備之滑道上築成，然後拖之下水，一如造船之方式。沉箱下水後，用後文所述方法，使其整個翻轉，並用唧筒灌水加重，使徐徐下沉，至於海底。此時在頂部用混凝土加高，繼將內部之水抽出，以增浮力，拖往較深水區，再灌水使沉海底，再增高混凝土建築。如是數次，直至上部之高度已足，然後沉放於預定地位，繼將沉箱周圍之空樁，用鋼管加長，使高出水面 8.5 公尺。然後將架於沉箱上之鑽，放入樁中，鑽鬆樁下海底之土質，藉壓氣與水力將其向上吹出。沉箱與已造成橋墩之下部，因之漸漸沉入海底，直至箱之上頂接觸海底為止。為鞏固空樁外殼起見，由增長之鋼管內，填入混凝土，務使沉箱成為一嚴密不透空氣與水之混凝土房屋。此時可用升降機或梯入內工作，將箱內包有之土移去，換用混凝土填塞充滿。當鑽土時，曾遇大塊岩石，經過許多困難，藉多爪攫取機及潛水人，始將石塊由鋼管中取出。又應用於茹提蘭岸附近之沉箱。經致慮週密，使組成環形之混凝土樁底部與不規則之海底相適應，務使箱之底部平正，以策安全。

沉箱下水法 先在岸邊建一木質滑道，伸入水中。在沉箱與滑道之間，插入沙囊支柱。於沉箱下水之前，先將沙柱用水沖去，使沉箱直接支於滑木之上。然後由加油之滑道上，向下放送。當各支承物移去後，沉箱藉自身之重力，從坡道滑入水中。沉箱兩旁用工字鋼梁扶導，以免左右傾斜，並於沉箱之底部加混凝土兩大塊，俾於滑下着地時，不致損傷。第一沉箱下水時，可任其行動，但第二沉箱，須加謹慎戒備，免衝及已安置妥當之第一沉箱。為此之故，第二沉箱曾用鋼絲纜，繫於特備沉入海底之大混凝土塊。

沉箱翻轉法及建築橋墩 沉箱浮於水面時，空樁下口經暫

時封固，爰於沿沉箱較長一邊之空樁內填入石子，約 450 立方公尺，同時放水入鄰比空樁之密室內，俟數室灌水，約重 600 公噸時，再由活門將水放入沉箱上頂空部。於是沉箱傾側極速，轉至 90 度。此時空樁位成水平，內部石子開始下落，而浮力加大，未加重之對邊則藉上浮扭力排水量而增重，於是旋轉角度愈大，石子全行流出，直至箱之底部平台，原屬在下者，翻轉 170 度，而上浮於水。餘存室內之水，用壓氣吹出，箱之上頂（即未翻轉時之底部平台），於焉平正（即轉 180 度），橋墩可開始建築於其上。為防備水流波動計，將水由周圍調整放入，將沉箱暫行安放於海底適宜處，唯務使上頂仍能露出水面，以便工作。俟橋墩築至相當高度時，將水抽出，使全部浮起，移至較深海面，以同前方法，再行沉下。橋墩混凝土，可繼續增築。如是數次，待橋墩高度已足，乃沉放於預定位置。

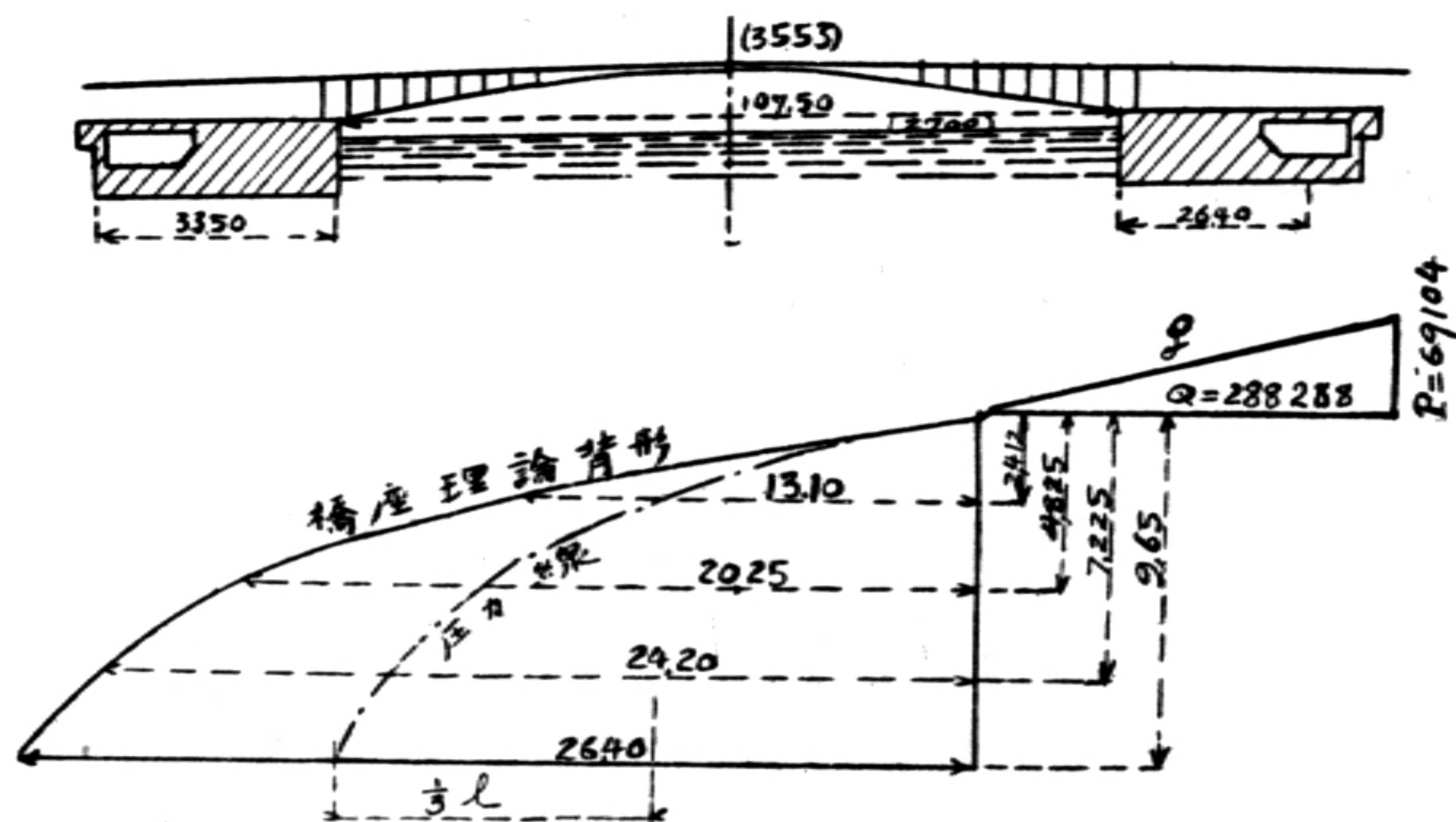
橋基建築法 自空樁中將海底土質鑽鬆，用水沖洗。先於沉箱頂部平台上，豎立高塔起重機兩架，再將鋼管插入空樁中，及設備活動鑽塔兩座。繼用起重機將鑽吊起，由鑽塔中開始工作。於是由所有之空樁中，依次將海底土質鑽鬆，然後用水力及壓氣將此項鬆土沖出樁外。沉箱漸漸下降，直至箱頂內部抵着及土為止。照此方法沉放之第一箱，為鄰近亞蘭海岸之第四橋墩。在空樁內鑽探工作完成後，由所接之鋼管中，放入混凝土，將此空樁填實，造成厚約 1.5 公尺之堅實牆壁。箱內之土，由兩條橫道移出。當施工時，並無水侵入工作室內，因此移土工作可在通常氣壓之下施行。為預防沉箱於取土之時，再行下沉起見，當經特別謹慎從事，加以支柱；俟土移完後，再用混凝土，將空間填塞。

第三橋墩用同一方法沉放之。其所略異者，即空樁沉下約深 5.5 公尺耳。其法，將套於沉箱空樁內之鋼管，錘入海底，然後鑽空取清，以上述同一方法用混凝土填塞之。橋墩附近之海底，有被沖刷之可能，故較深之墩基，乃為適宜也。此外為保護橋基，免為激流所危起見，堆片石一層於橋墩周圍之海底上。

巴黎亞歷山大第三橋橋梁之計算

魏秉俊

巴黎塞納河上之亞歷山大第三橋為法國近代著名工程家懿利薩 Resal氏所設計。橋梁係跨長107.50公尺之三轉軸式拱橋，計有拱梁十五條相等間隔并列。拱梁之弧矢與跨度之比率甚微。橋面設於近拱背處。本篇僅論該橋橋梁之計算。



(圖一)

(1) 橋梁長度之計算 橋梁之最大長度，須假設橋梁受荷重時，橋梁完全浸入水中而計算之。

橋梁每寬一公尺所受拱弧之水平推力為 $Q=288288$ 公斤，垂直壓力為 $P=69104$ 公斤。

橋梁每立方公尺在水中之重量為 $p=1400$ 公斤。橋梁長度可

由下式算得：

$$x = \frac{-P + \sqrt{\frac{3}{2} Qpy^2 + P^2}}{\frac{py}{2}}$$

內 y 爲橋墩之高, a = 關係之寬度 = 1.00 公尺。

地基水準高爲 (19.60) 公尺, 通常水位爲 (27.00) 公尺, 橋墩之高度爲 $(27.00 - 19.60) + 2.25 = 9.65$ 公尺。

將上列各數代入公式, 得

$$x = \frac{-69,104 + \sqrt{\frac{3}{2} \times 288,288 \times 1,400y^2 + (69,104)^2}}{1,400 \times 1,00 \times y}$$

$$= \frac{-69,104 + \sqrt{636,000,000y^2 + 4,775,000,000}}{700y}$$

以 $y = 9.65$ 代入上式, 得

$$x = \frac{-69,104 + \sqrt{61,275,000,000}}{4,760} = 26.40 \text{ 公尺}$$

前列公式並未計及橋墩後面之泥土反壓力。

圖(一)所示橋墩高 $3/4, 1/2, 1/4$ 處之長度, 其計算爲下表:

y	y^2	$\frac{3}{2} Qpy^2$	$\frac{2}{3} Qpy^2 + P^2$	$\sqrt{\frac{3}{2} Qpy^2 + P^2}$	$\sqrt{\frac{3}{2} Qpy^2 + P^2} - P$	$\frac{py}{2}$	x
9.65	93.2	56,300,000,000	61,075,000,000	246,500	177,396	6750	26.40
7.225	52.2	31,600,000,000	36,375,000,000	191,000	121,896	5050	24.20
4.825	23.3	14,100,000,000	18,875,000,000	137,050	67,946	3370	20.25
2.412	5.8	3,520,000,000	8,295,000,000	91,000	21,396	1680	13.10

(2) 橋墩對於滑動力之抵抗 前所計算橋墩之長度, 對荷重所發生推力, 足以抵抗, 而得穩定, 不至傾覆。但此推力之能否使

橋墩滑動,則又須研究。為增加安全率起見,假設後面泥土之反壓力不存在。

照圖(一)計算橋墩寬每一公尺之體積為170立方公尺,其在水中之重量僅有

$$170(2400 - 1000) = 237,000 \text{ 公斤,}$$

橋之荷重及本身重(一公尺寬) 69,104 公斤。

$$306,104 \text{ 公斤。}$$

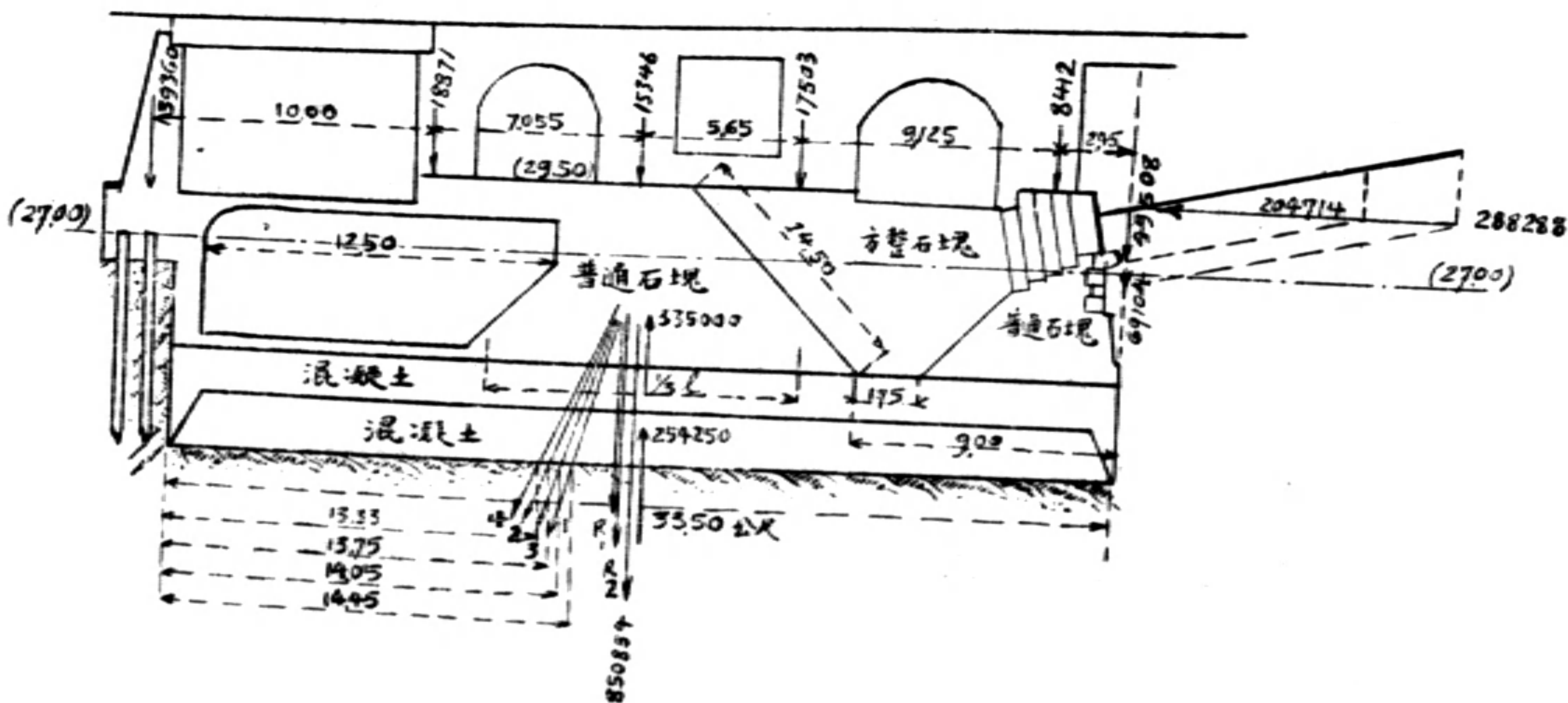
水平推力 $Q = 288,288$ 公斤。

欲避免橋座在土基上滑動,則橋座與土之摩擦係數須等於

$$f = \frac{288,288}{306,104} = 0.946,$$

但普通此係數不能大於0.74,故所計算之橋墩長度,其穩定性不能保證。

(3) 選定之橋墩長度及其核驗 圖(二)示選定之橋墩形式(縱剖面),計長35.5公尺。其空心部分適在理論背面界線之外方。茲就其所受各力加以檢算如次:



(圖二)

橋墩受下列各力:

- 1) 橋之荷重,
- 2) 橋之推力,
- 3) 自身重量,
- 4) 底部之向上反壓力(浮力)。

今可分四種假設如次:

- 1) 單獨靜荷重;橋梁浸水部分至通常水位(27.00)。
- 2) 靜荷重及橋上載重;橋梁浸水部分至通常水位(27.00)。
- 3) 單獨靜荷重;橋梁全部浸入水中。
- 4) 靜荷重及橋上載重;橋梁全部浸入水中。

由第一假設得最小應力,爲普通之場合。

由第二假設得土基之最大壓力。

由第三假設得第二假設與第四假設之平均結果。

由第四假設得最大推力,由是滑動力亦最大。

橋梁每寬一公尺所有之各力如次:(圖二)

橋梁靜荷重	49508 公斤
由橋梁靜荷重發生之水平推力	204714 公斤
橋梁靜荷重及載重	69104 公斤
由橋梁靜荷重及載重發生之水平推力	288288 公斤
橋梁本身重量	850854 公斤
基底之反壓力(水對橋梁之浮力):	
水升至水平 27.00 公尺時	254250 公斤
橋梁全部浸入水中時	335000 公斤

各種合力:—

橋梁之重量與水高 27.00 公尺時之下部反壓力相合得 R_1 。

橋梁之重量與橋梁全部浸入水中時之下部反壓力相合得 R_2 ,

R_1 與靜荷重所發生之推力相合得力(1)(第一假設)。

R_1 與靜荷重及載重所發生之推力相合得力[2](第二假設)。

R_2 與靜荷重所發生之推力相合得力[3](第三假設)。

R_2 與靜荷重及載重所發生之推力相合得力[4](第四假設)。

此四合力均通過橋基底長之中央三分之一部分。

土基上所受最大壓力之計算如次:

由第二假設得

橋之靜荷重及載重

69104 公斤

橋梁之重量

+850854 公斤

919958 公斤

下部反壓力

-254250 公斤

665708 公斤

橋梁每寬一公尺之基底面積為 33.50 平方公尺。故每平方公尺土基平均受重

$$\frac{605718}{33.50} = 18000 \text{ 公斤,}$$

即每平方公分土基平均受重 $R = 1.8$ 公斤。

設若基底無反壓力,則每平方公尺受重

$$\frac{919958}{33.50} = 27500 \text{ 公斤}$$

即每平方公分土基平均受重 2.75 公斤

在其他三種假設下,土基平均受重之計算仿此。

由第一假設得最小摩擦係數,土基應力亦最小,故不加以檢討。

合力[2][3][4]之着力點與基底長度中央之距離為

第二假設 $\lambda = \frac{33.50}{2} - 13.75 = 3.00$ 公尺,

第三假設 $\lambda = \frac{33.50}{2} - 14.05 = 2.70$ 公尺,

第四假設 $\lambda = \frac{33.50}{2} - 13.33 = 3.42$ 公尺。

基底最大壓力用下式計算之：

$$R_m = R \left(1 + \frac{3\lambda}{b/2} \right) = R \left(1 + \frac{6\lambda}{b} \right)$$

照第二假設得 $R_m = 1.80 \left(1 + \frac{6 \times 3.00}{33.50} \right) = 2.77$ 公斤

照第三假設得 $R_m = \frac{565362}{335000} \left(1 + \frac{6 \times 2.70}{33.50} \right) = 2.51$ 公斤

照第四假設得 $R_m = \frac{584958}{335000} \left(1 + \frac{6 \times 3.42}{33.50} \right) = 2.82$ 公斤

橋墩滑動力之計算如下：

由第四假設得摩擦係數最大，即抵抗滑動力最小。此係數為

$$f = \frac{288288}{584958} = 0.49$$

關於通常惡劣土基，此係數不大於 0.74 及不小於 0.60，又橋墩後面泥土之反壓力尚未計及，故橋墩可保穩定。