

年

卷

期

9

3

第

第

18 JUN 1934

工程

二十三年六月一日 第九卷第三號



橋梁及輪渡專號(上)

茅以昇主編

首 都 鐵 路 輪 渡
 北 寧 鐵 路 計 劃 中 之 灤 河 橋
 津 浦 鐵 路 黃 河 橋
 平 綏 鐵 路 改 善 橋 梁 計 劃
 膠 濟 鐵 路 更 換 橋 梁 工 程
 平 漢 鐵 路 新 樂 橋 工 程 概 要
 杭 江 鐵 路 金 華 東 蹟 橋 施 工 紀 實
 北 寧 鐵 路 山 海 關 橋 梁 工 廠
 錢 塘 江 橋 設 計 及 籌 備 紀 略



中國工程師學會發行

Austin

奧斯汀汽車

行穩用最
駛定油省



上海龍飛汽車公司

靜安寺路九三號 電話三〇〇〇二號

上海北京

路第二號

立興洋行

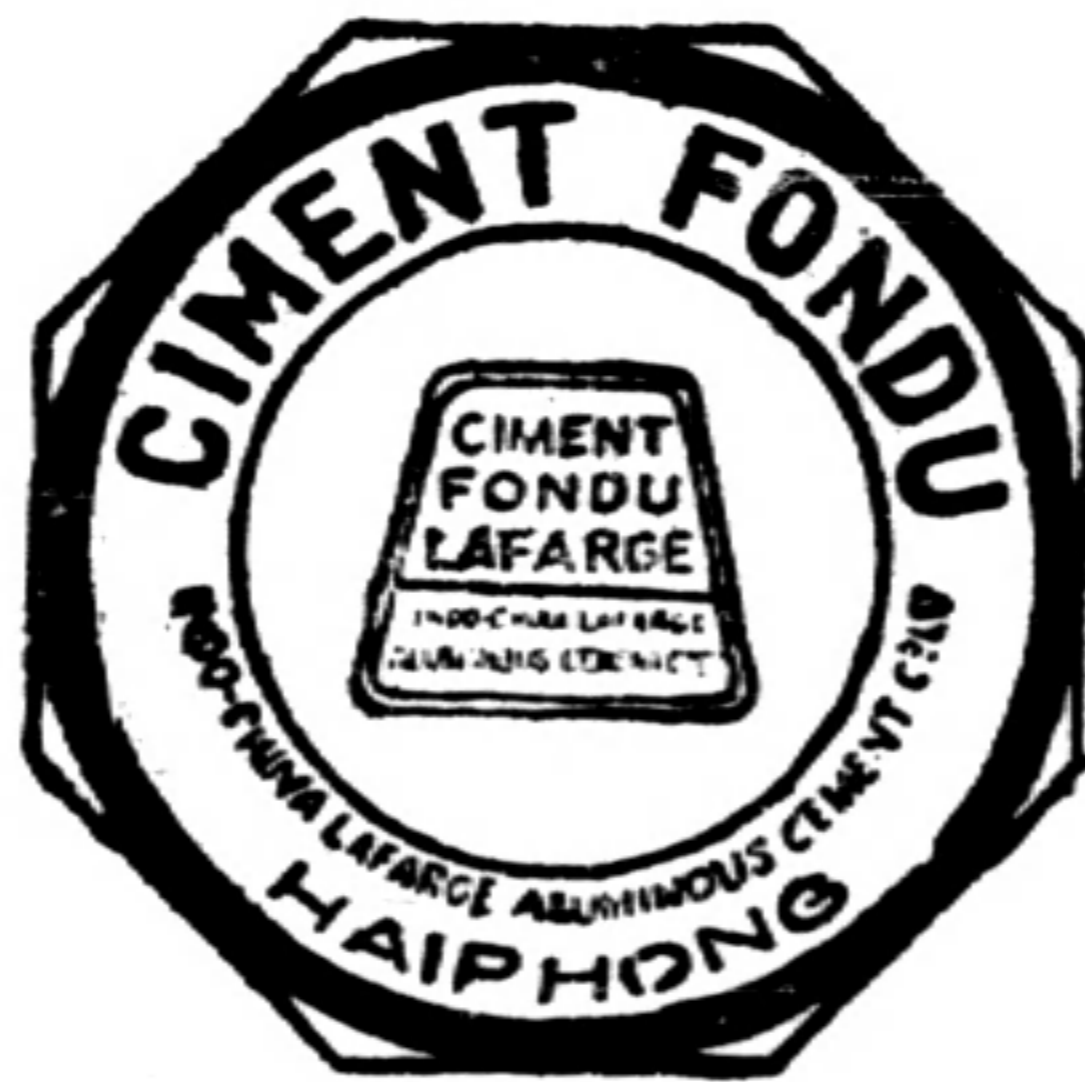
電話二一

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所特

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

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

中國工程師學會會刊

編輯：
 黃 炎 (土木)
 董 大 (建築)
 胡 樹 (市政)
 鄭 華 (水利)
 許 應 (電氣)
 徐 宗 (化工)

工 程

總編輯：沈 怡

編輯：
 蔣 均 (機械)
 朱 清 (無線電)
 錢 昌 (飛機)
 李 儼 (礦冶)
 黃 炳 (紡織)
 宋 學 (校對)

第九卷第三號目錄

橋 梁 及 輪 渡 專 號 (上)

主 編 茅 以 昇

編輯者言

| | | |
|----------------------|---------|-----|
| 首都鐵路輪渡..... | 鄭 華 | 231 |
| 北甯鐵路計劃中之灤河橋..... | 華南圭 | 249 |
| 津浦鐵路黃河橋..... | 吳益銘 | 258 |
| 平綏鐵路幹枝各綫改善橋梁計畫..... | 金 濤 | 271 |
| 膠濟鐵路更換橋梁工程..... | 孫寶墀 | 277 |
| 平漢鐵路建築新樂橋工程概要..... | 汪禧成 趙福靈 | 299 |
| 杭江鐵路金華橋及東蹟橋施工紀實..... | 支秉淵 魏 如 | 308 |
| 北寧鐵路山海關橋梁工廠..... | 聶肇靈 | 314 |
| 錢塘江橋設計及籌備紀略..... | 茅以昇 | 327 |

中國工程師學會發行

分售處

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

上海徐家匯新書社
 上海四馬路光華書局
 上海生活書店
 福州市南大街萬有圖書社
 天津大公報社

上海四馬路現代書局
 上海福州路作者書社
 南京太平路鐘山書局
 南京花牌樓書店
 濟南芙蓉街教育圖書社

工 誌

編 者
 (總編) 吳 淦
 (副編) 靳 其 未
 (編 委) 孫 昌 毅
 (代 編) 屠 幸
 (編 委) 漆 源 黃
 (代 編) 陳 德 未

編 者
 (本 誌) 吳 淦
 (深 誌) 靳 其 未
 (海 誌) 孫 昌 毅
 (水 誌) 屠 幸
 (除 誌) 漆 源 黃

編 輯 者 言

- 一. 本專號所輯,皆關係本國橋梁工程及輪渡之論著;撰稿者皆曾躬預其事,負有計劃或督造之責,故所紀述,重事實而略理論。
- 二. 本專號因材料擁擠,分兩期刊布,下期定八月一日出版。
- 三. 上期所述之橋梁及輪渡,悉係鐵路所用者,下期則兼及公路與城市,藉覘各方之進步。
- 四. 各篇附圖,皆係特製者,承各機關協助,予撰稿者以便利,書此誌謝。

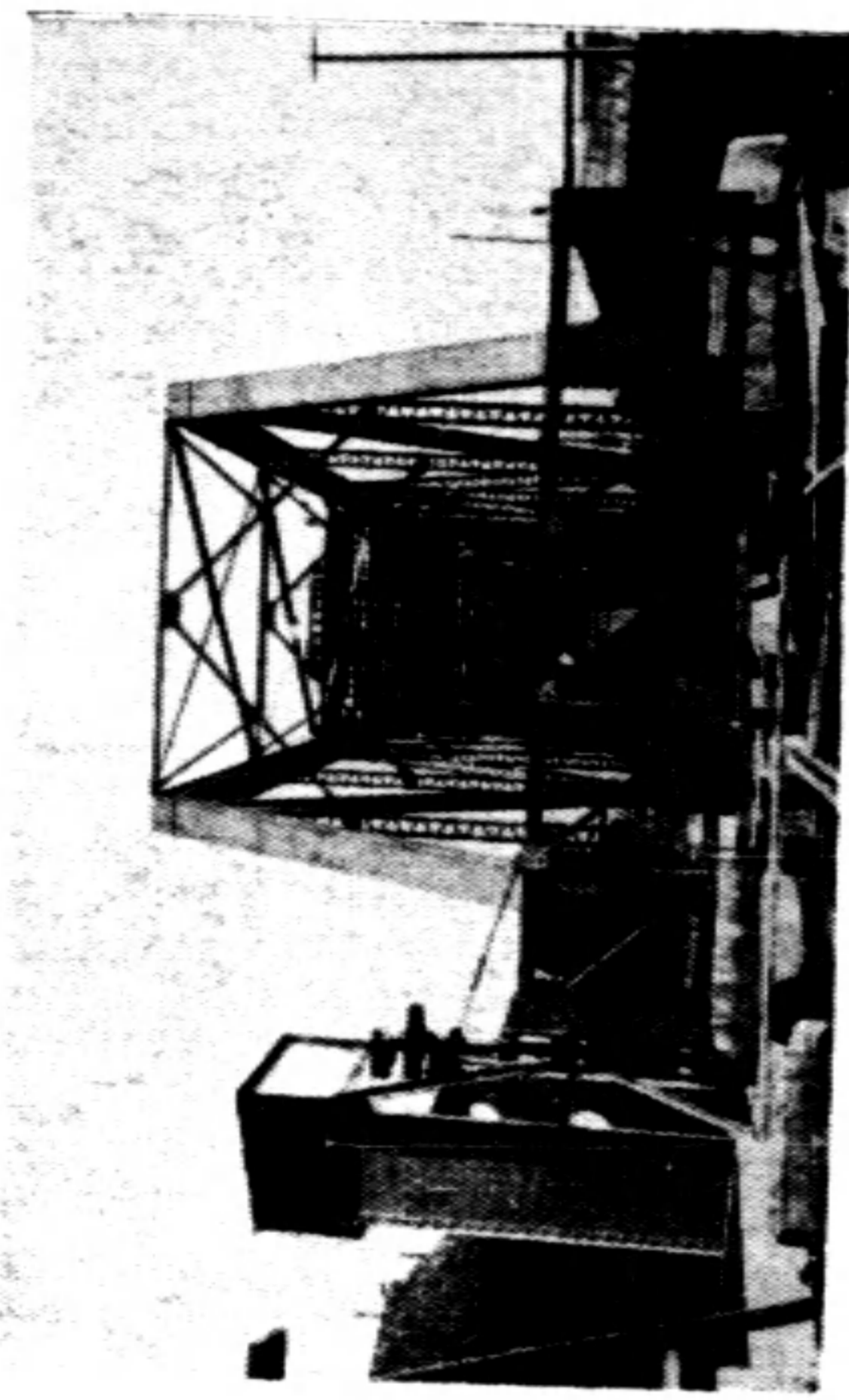
編者吳淦
 副編靳其未
 編委孫昌毅
 屠幸
 漆源黃
 陳德未

編者吳淦
 副編靳其未
 編委孫昌毅
 屠幸
 漆源黃
 陳德未

編者吳淦
 副編靳其未
 編委孫昌毅
 屠幸
 漆源黃
 陳德未

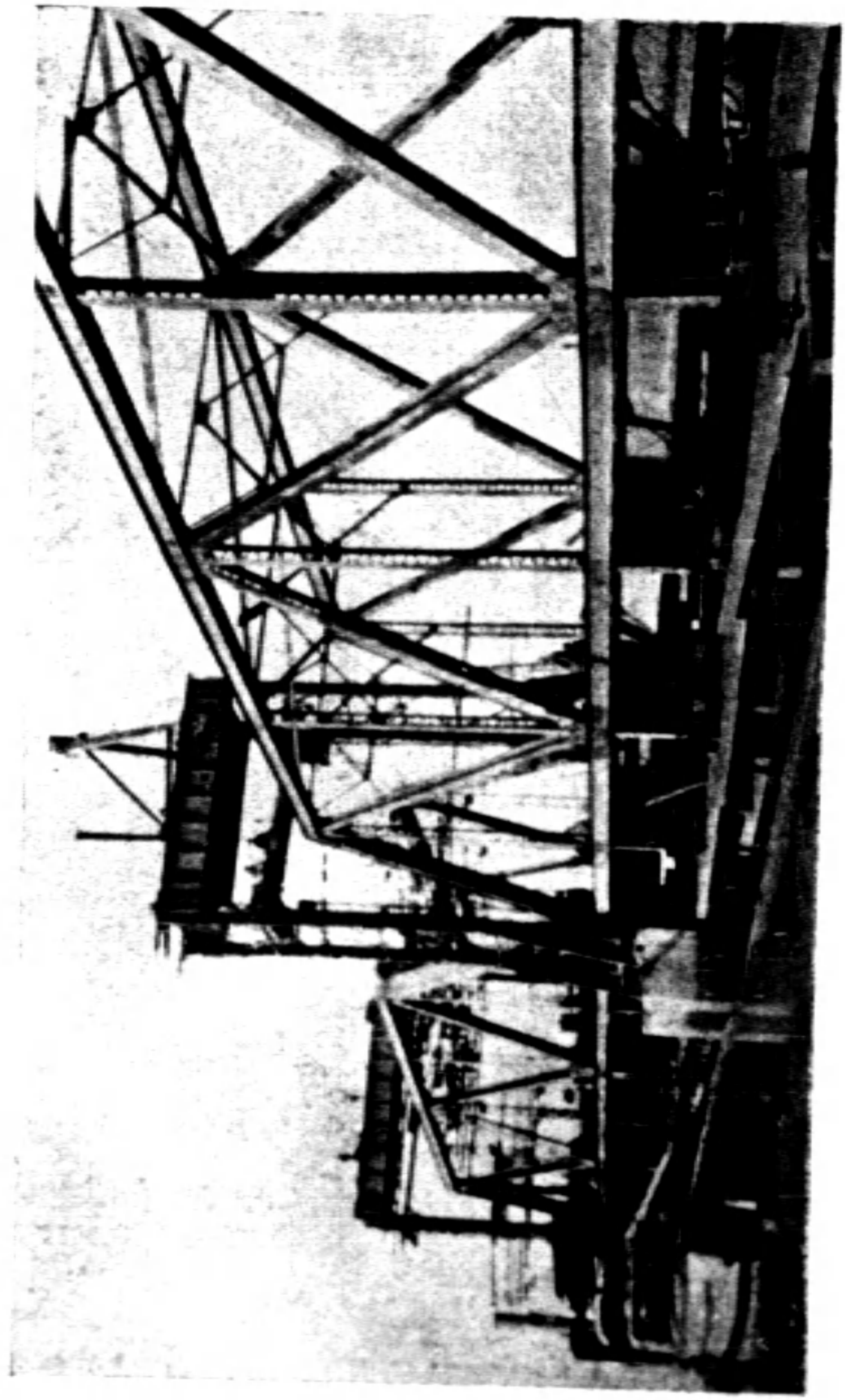
編者

← ① 引橋向水一端及木質護架

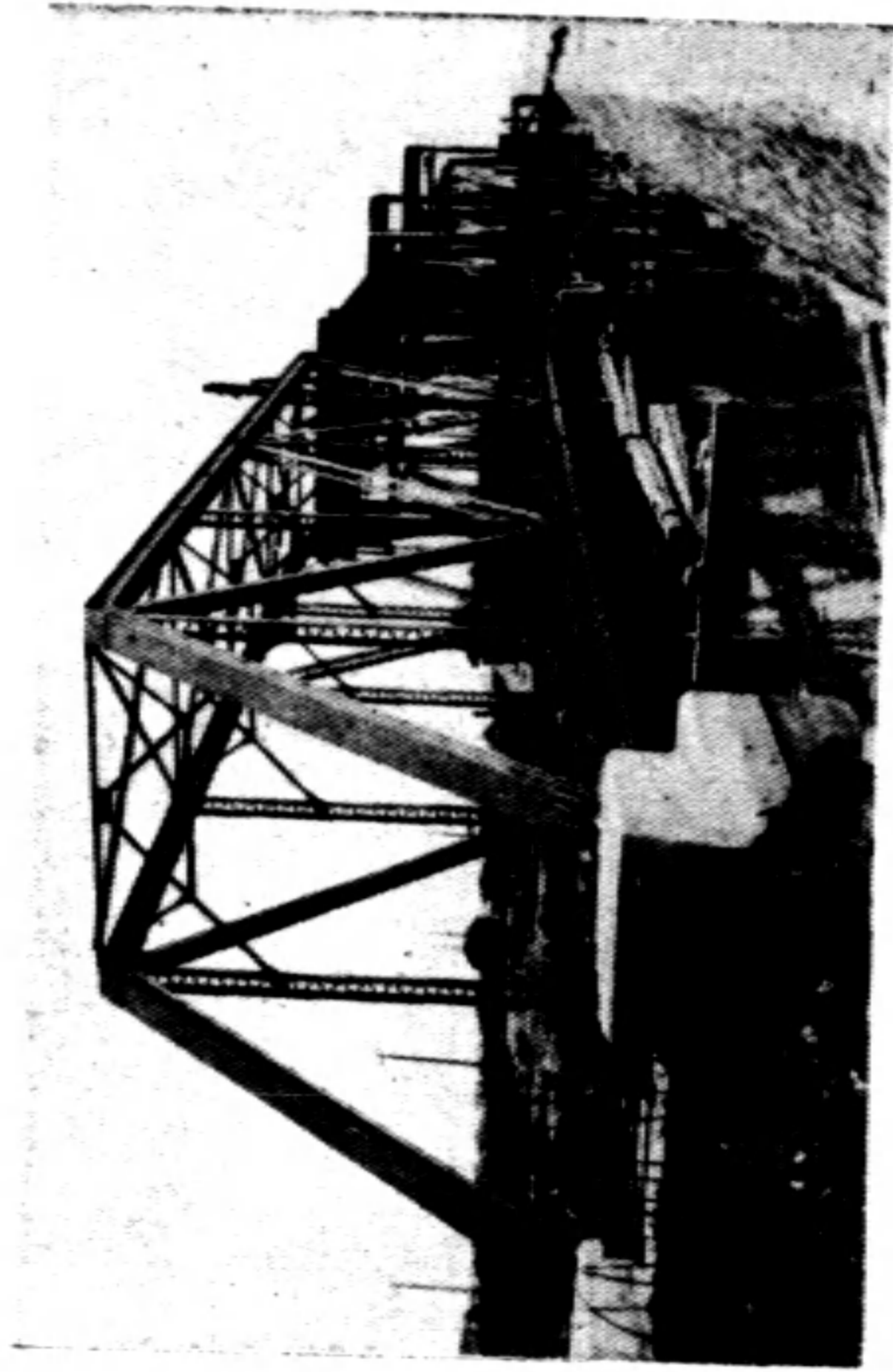


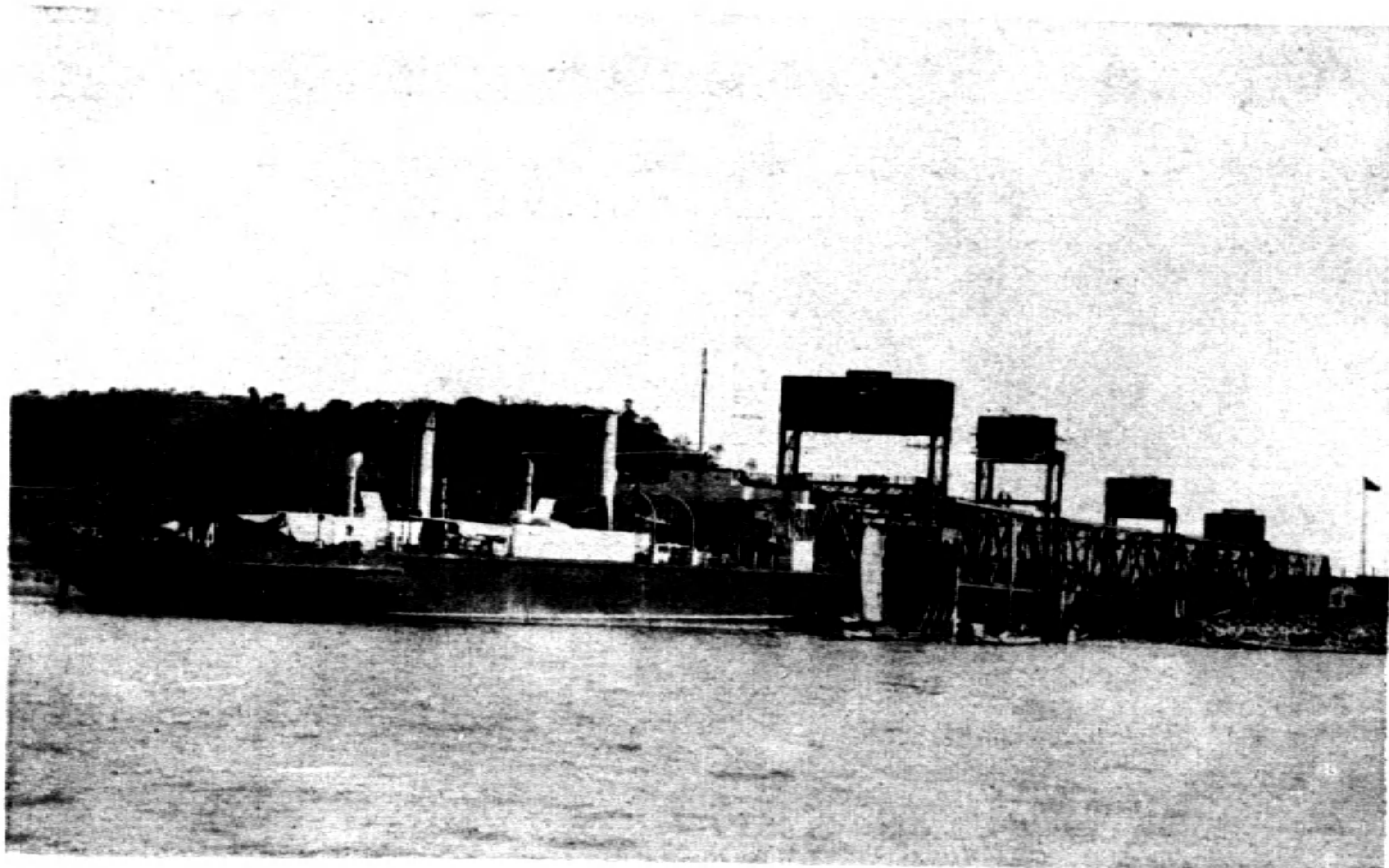
② 引橋向岸一端及鐵柵門 ↑

③ 引橋前停泊渡輪 ↓

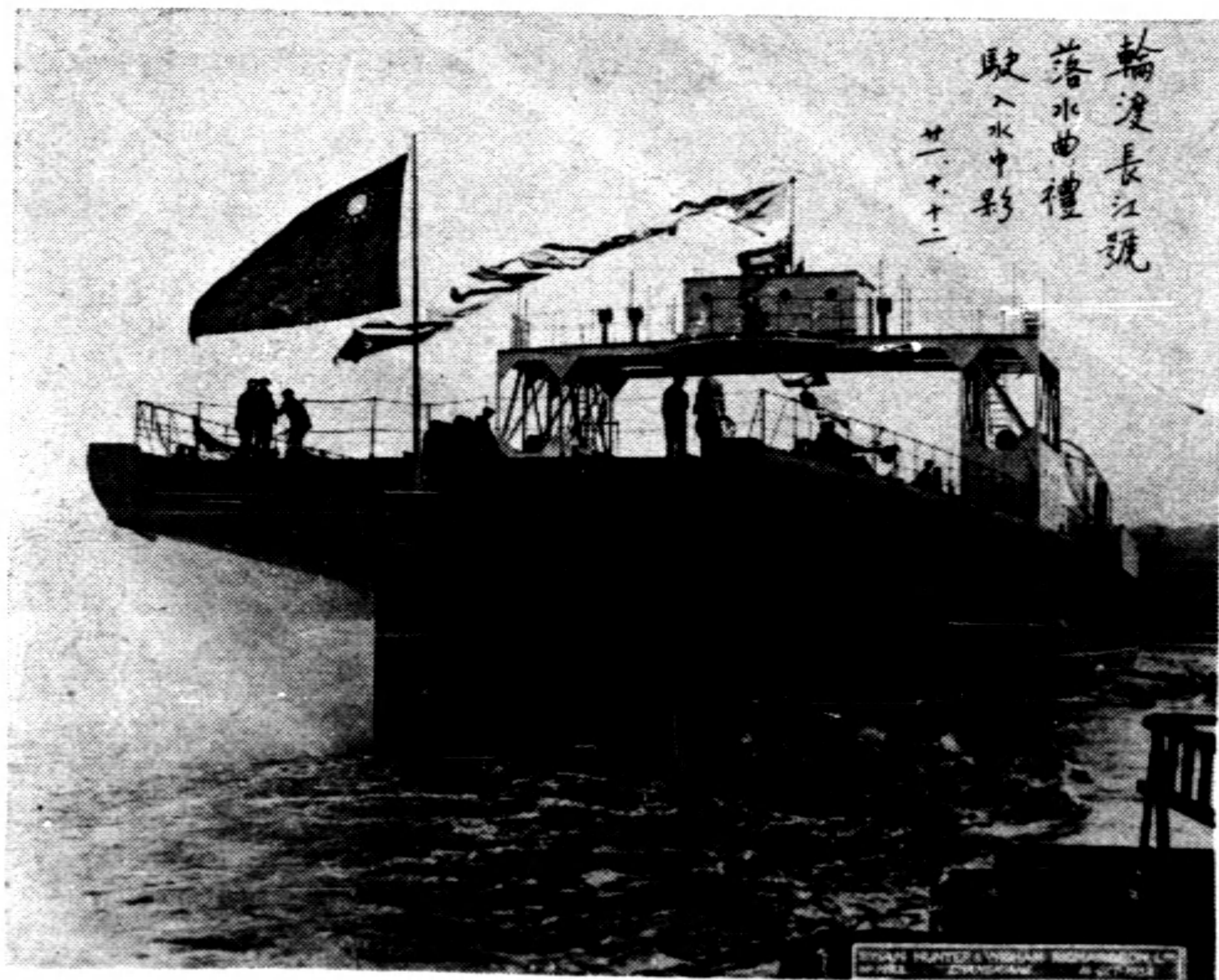


④ 引橋向岸一端 ↓





⑤ 活動引橋及渡輪全景 ↑



⑥ 渡 輪 ↑

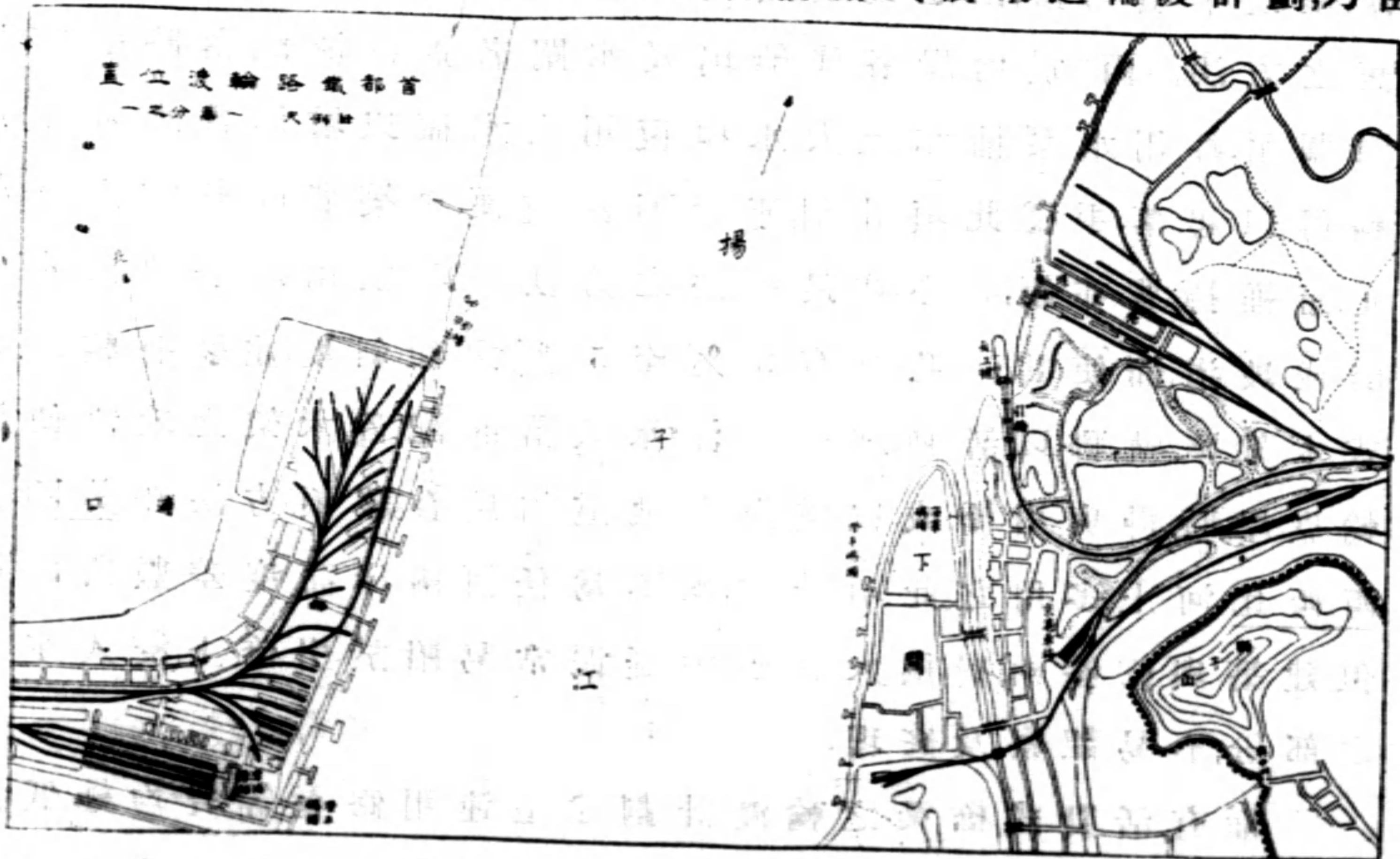
首都輪渡設備攝影 ⑤ — ⑥

首都鐵路輪渡

鄭 華

(一) 緣 起

京滬津浦兩路為貫通南北交通最大幹線，祇以橫隔大江，致下關浦口，近在對岸，不能接軌（第一圖），旅客往來，貨物交卸，輾轉費時，既不經濟，復苦行旅。迨國民政府奠都南京，地位所關，兩路過江之建設問題，益形重要。鐵道部成立後，以職責所在，更覺此項工程，有刻不容緩之勢。以著者曾擬有活動式橋梁之輪渡計劃，乃由



第一圖 首都鐵路輪渡位置

交通大學唐山土木工程學院院長任務，調為鐵道部簡任技正兼

設計科科長，俾將輪渡計劃，再從詳擬具。查近代鐵路，跨越大江巨河之設備，不外（一）隧道，（二）固定橋梁，（三）浮橋，（四）輪渡四種，何以捨以上各方法，而採用活動式橋梁之輪渡計劃？良以（一）隧道橫貫江底，祇宜用於河底較淺之處，若施之於河底甚深之揚子江中，則其造價太昂，殊非吾國現時經濟狀況所能擔負。（二）固定橋梁全部造價至少需三千萬，雖較隧道稍賤，但以揚子江底深度，約有一百六十英尺以上，建築基礎，頗非易易，故非最經濟之計劃。（三）用多數蘆船，互相連鎖，跨江成橋。全部造價，雖較上列數種為廉，仍需千萬左右。（四）輪渡設備又分數種：（甲）於船面裝置可升降之鐵架及甲板，上舖軌道，按水位之漲落而自由升降，使船上之軌道得與岸上之軌道銜接。此種設備，雖曾經採用於水位漲落相差不多之處，用於漲落相差廿四呎之揚子江，殊不合宜，且運用費既鉅，而運行又緩，若遇暴風，且虞動搖不穩，故非安全與經濟之方法。（乙）於兩岸各置起重機，以備將車輛從岸上或船上陸續起卸。此種辦法，雖較甲項為優，但建築費用仍大，而運用亦不敏捷，故亦非最經濟之方法。（丙）於兩岸各建船塢及水閘，若遇潮流漲落時，則將閘門關閉，並用水泵抽水至大水櫃，復用大水櫃以增塢內水量，俾渡輪得以起落平穩。此項計劃，運用不甚靈便，建築費既約需六百萬元，而維持費亦鉅，故亦非最經濟之方法。（丁）於兩岸各建固定引橋或坡道，而使其一孔具有3%至5%之傾斜度，並裝有輪之檝式木架路軌，聯以活動跳板，隨江水漲落而配置木架之地位，使渡輪靠岸時，得與引橋或坡道上之軌道相接合。該項方法在美國密西西比河上多用之。此項計劃，雖不為任何兩岸高度差數所限制，但建築與修養兩費俱大，且水中凝泥常易附於引橋上，浸入水中之部份，不易觀察及修理。

惟有活動式橋梁之輪渡計劃，建造運用修養等費均極低廉，應用又極敏捷，既不阻礙航業，又不限於潮流，洵為最經濟而兼安全之方法。復經鐵道部令派技監顏德慶，工務司司長薩福均，技正

金濤,盧維溥,幫辦黃振聲,委員程孝剛,技術專員康德黎,津浦京滬兩路處長吳益銘,德斯福,王金職,王承祖,工程司韓納等,會同審核,討論多次,僉以活動引橋計劃,最為適宜。遂由鐵道部令設首都鐵路輪渡工程處,以著者兼任處長,於民國十九年十二月一日興工。

(二) 首都鐵路輪渡工程處之組織及工作經過

(甲) 組織

輪渡工程處之組織,為力求撙節起見,所有人員,多由鐵道部人員兼任,祇給少數津貼,不另支薪。計設處長一人,總務組長一人,工務組長一人,監造工程司二人,副工程司二人,幫工程司二人,會計員二人,繪圖員三人,材料管理員二人,事務員若干人。處長秉承鐵道部長之命,管理全處事務,指揮監督所屬職員;組長秉承處長掌理各該組事務;監造工程司主管各該江岸工程之進行,材料之處理,工人之監督事項。處長及組長等均在部內辦公,監造工程司分駐下關浦口,其餘人員,分駐部內部外,按工作情形,隨時調動。全處每月員司薪津共一千七百餘元,總務雜費每月約二三百元,工資每月一千至二千五百元。輪渡工程處組織之大概情形如此,茲併將十九年十一月部令公佈之暫行規程附列於下。

鐵道部首都鐵路輪渡工程處暫行規程

- 第一條 首都鐵路輪渡工程處直隸於鐵道部,掌理下關浦口間鐵路輪渡工程一切建築事宜。
- 第二條 本處設下列兩組分掌職務:
- 一 總務組,
 - 二 工務組。
- 第三條 總務組主管事項如左:
- 一 關於文書案卷事項,
 - 二 關於會計出納及計核事項,
 - 三 關於材料管理事項,
 - 四 關於不屬他組一切事項,

- 第四條 工務組主管事項如左：
- 一 關於工程進行事項，
 - 二 關於工程審查事項，
 - 三 關於工程報告統計及繪圖事項，
 - 四 關於儀器圖表之保管事項，
 - 五 關於其他工務一切事項。
- 第五條 本處暫置職員如左：
- 處長一人，
- 總務組長一人，
- 工務組長一人，
- 監造工程司二人，(一駐下關，一駐浦口)
- 副工程司二人，
- 幫工程司二人，
- 繪圖員三人，
- 材料管理員二人，
- 會計員二人，
- 事務員若干人。
- 第六條 處長由鐵道部派充，秉承部長之命，管理全處工程事務，指導監督所屬職員。
- 第七條 組長秉承處長，掌理各該組事務。
- 第八條 監造工程司主管各該管江岸工程之進行，材料之處理，工人之監督事項。
- 監造工程司之下，得酌設監工，助理員各若干人，視工程之情形定之。
- 第九條 副工程司、幫工程司、繪圖員、材料管理員、會計員、事務員等，秉承組長，辦理本組事務。
- 第十條 本處組長，及監造工程司，由鐵道部直接派充。
- 第十一條 本處組內各職員，由處長遴選，呈請鐵道部委任。
- 第十二條 工程處辦事細則另定之。
- 第十三條 本規程自公佈日施行。如有未盡事宜，由鐵道部隨時修正之。

(乙) 工作經過

- 一. 招標情形之經過 輪渡計劃決定後，由鐵道部招標，派

技監顏德慶，司長薩福均，幫辦孫謀，委員程孝剛盧維溥，顧問康德黎，科長朱葆芬及著者等，組織選標委員會。計有西門子，慎昌，安利（代表多門浪公司）怡和，香港黃埔船廠，馬爾康，禮和等洋行投標。審查結果，渡輪由馬爾康洋行（代表 Swan Hunter & Wigham Richardson Ltd. 船廠）得標，橋梁由多門浪公司承辦。因借用英庚款關係，當即電達倫敦購料委員會與各該廠訂約，於廿一年三月八日簽訂渡輪合同，同年十月十二日竣工，在英國泰恩河鈕卜賽爾地方，舉行下水典禮，於廿二年四月開駛來華。引橋於同年八月十六日簽訂合同，其材料分批起運，至廿二年九月三日方全部交齊。渡船引橋以外，尚向英商Hunslet Engine Co. Ltd.購0-8-0式機車一輛，以備常駐船上；又以兩岸航道，需用濬泥機船，以防淤塞，故向英商西曼公司訂購蒸汽濬泥機船一艘，每小時可濬泥七十噸。

二。兩岸工程進行之經過 輪渡工程處於十九年十二月一日成立後，即興工建造下關浦口兩岸橋墩基礎工程，惟經費時感支絀，不克積極進行。二十年夏江水高漲，工作停滯數月，經用鐵板樁築壩防水後，工作較見順利。至廿一年五月間，兩岸基礎工程始告完竣，乃繼續進行，建造司機室，挖掘土方，疏濬淤泥，建築靠船碼頭，繫攬護船架，防沙堤，及建造安裝木架，裝置橋柱等工程。至廿二年六月止，以上各項工程，均依次完竣。引橋材料適相繼運京，即從事架橋，以及裝置機件，鋪設軌道，於廿二年九月底完全竣事。兩岸接軌及鋪設岔道等工程，亦同時完工。茲將渡輪引橋等購置費暨建造橋墩基礎等工程費用列表於下：

| 號數 | 項目 | 費用 | 附註 |
|----|---------|------------|----|
| | 薪水及公費 | 47,462.02元 | |
| | 辦公費用 | 17,939.07元 | |
| | 機車 | 85,478.66元 | |
| | 電務費 | 9,823.93元 | |
| | 土方及疏濬工程 | 57,341.10元 | |

| | | |
|---------|---------------|----------------------|
| 基礎及橋墩工程 | 383,368.34元 | |
| 引橋材料 | 1,229,066.77元 | 內未付款約 103,796.80元 |
| 引橋工資 | 72,801.76元 | |
| 繫船工程 | 124,026.70元 | |
| 渡船 | 1,364,789.07元 | |
| 機具設備 | 133,189.29元 | 內未付挖泥機款約 124,000元 |
| 維持費 | 28,007.80元 | |
| 利息及其他 | 69,602.86元 | 籌備費在內 |
| 合 計 | 3,622,897.37元 | |

(三) 工程計劃

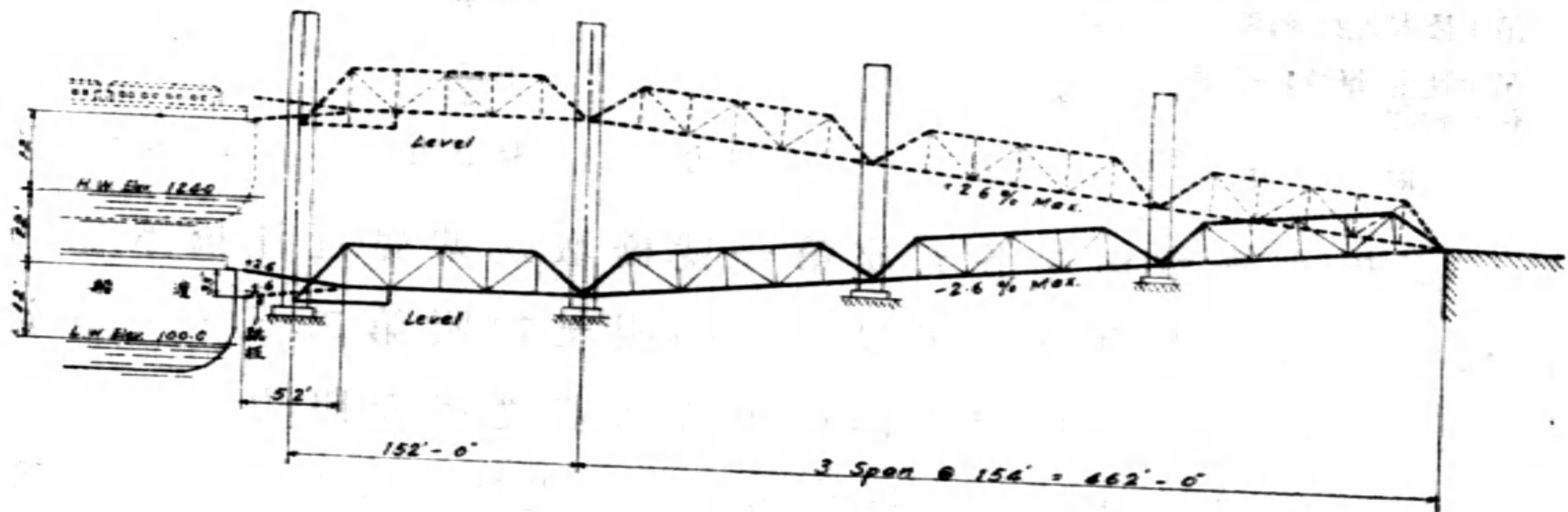
兩路聯絡，既經決定採用活動式橋梁之輪渡辦法，其主要之工程，為活動引橋及渡船。其他次要之工程，為繫纜護船架，靠船碼頭，浮箱等，號誌燈，鐵柵門，保險岔道，江岸接軌及濬疏是也。茲將各項工程分述如左。

(甲) 活動引橋

活動引橋之工程，即為碼頭工程。該項工程之設計，須視長江水位漲落之差度以為衡。按津浦歷年水位記載，最大漲落相差，為二十四呎。引橋之長度，蓋根據水位差度，以及引橋坡度而定者。引橋每岸，係用四架穿式花樑組合而成（第二圖），除第一孔（即靠江一架）長152呎外，其餘俱為154呎，全橋共長614呎。第一孔在任何水位之下，均保持其水平地位。其餘三孔之最大坡度，上下兩面均各為千分之二十六（ $\frac{\frac{1}{2} \times 24}{3 \times 154} = 2.6\%$ ）。第一孔不設坡度之理由有二：（一）為減小引橋與跳板所成之角度（Deflection Angle），俾免車輛有脫鈎之虞。（二）第一孔上有叉道（Switches），不作坡度，以免車輛有出軌之患。橋高為25½呎，寬為20呎，惟第一孔臨水之端須與船上之三股軌道相銜接，故放寬為44呎，成為喇叭式。

第一孔橋端設一活動跳板（Apron），以便與船面聯接。

渡船空載與滿載時,吃水量(Draft)之差為33吋,故跳板之長必須52呎,其最大坡度,方不超過引橋之坡度(第二圖)。該板起落用二十匹馬力電機。裏端攔於第一孔橋外邊之第二節點(Panel



第二圖 活動引橋佈置略圖

Point) 上,並做活動接頭。當跳板未載車輛之時,便以裏邊為旋轉點,中間懸於吊架(靠江一座)上,而成上下活動之跳板式。第一孔橋之外端,因須承載此項活動跳板,故將下弦(Bottom Chord)下移,橋架加深。當跳板承載車重之時,其前端則擱置於船頭之板座上,而成雙支板式。每次渡輪離岸後,跳板均令保持其旋起地位,俾渡船開回時,可以立刻放落,而與船頭中間之鐵栓,以及兩側之鐵搭等,先後聯鎖穩妥。跳板上各股車軌,均向前端挑出少許,以備伸入渡船前端所設車軌接頭之陰筍內,而得互相銜接。至於引橋安置,除第四孔之末端,直接安放於橋墩上,成合葉式外(Hinge),其餘各端,俱懸掛於鋼架上。其懸架方法係將每兩橋架相連處,以及靠岸一頭,均各做活動接頭,可以上下旋轉。每座橋墩,均各設有柱式之吊架一座,其高度外大內小,各不相同,恆以每座橋梁及跳板升起之最高地位為標準。當江水漲落時,即以第四孔橋之末端為圓心,運用裝設各座吊架上之電機,俾裏面三孔橋梁,得依一直線地位,而上下旋轉,至相當坡度為止。各座吊架上,均設有機器室,安置電機及手搖機等。蓋引橋之升降,保險岔道及柵門之啓閉,以及號誌之連鎖,均須用電力,而手搖機為防電機發生意外,可用該機升降引

橋,俾免電機修理廢時,行車中斷也。引橋升降之高度與速度及電力之大小如下表:

| | 第一橋墩 (Pier A) | 第二橋墩 (Pier B) | 第三橋墩 (Pier C) | 第四橋墩 (Pier D) |
|-----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|
| 吊上最大高度(約數) | 25 呎 | 25 呎 | 16 呎 | 8 呎 |
| 吊上速度(單位以每分鐘時數計) | 16 | 16 | $10\frac{2}{3}$ | $5\frac{1}{3}$ |
| 電 力 | 100 馬力 | 85 馬力 | 45 馬力 | 25 馬力 |

引橋之橋墩,兩岸各五座。第一號橋墩之基礎(近江橋墩)係用洋松圓木樁,直徑自 18 吋至 22 吋,長 60 呎至 70 呎。第二,三,四,五,各號橋墩,俱用 12 吋方,長 40 呎之洋松木樁為基礎。樁面阻力 (skin friction) 每平方呎,按 200 磅計算。打樁用 4 噸鐵錘,由 5 呎以上之高度下擊,其最後入土尺寸俱不滿一吋。

木樁之上,建造 1:2:4 鋼筋混凝土橋墩。第一號墩寬 76 呎,長 23 呎,其前面兩端為司機室,成凹字形。該墩施工較難,佔全部基礎工程之一半工作,蓋該墩深入土中,樁頭距地面約 40 呎許,打樁時須用送樁,加以土質鬆軟,又被水沖擊,時有坍塌之虞。嗣後在墩之前面,打 50 呎長之鐵板樁 (steel sheet piling), 工作進行方覺順利。第二,三,四號橋墩,寬 40 呎,長 20 呎,工作尚無困難之處。第五號橋墩,寬 34 呎,長 26 呎。該墩受引橋之橫推力 (Thrust), 故頭排樁斜打入土,以應需要。至各橋墩之高度,恆以各個橋架降落時之最低地位為標準。

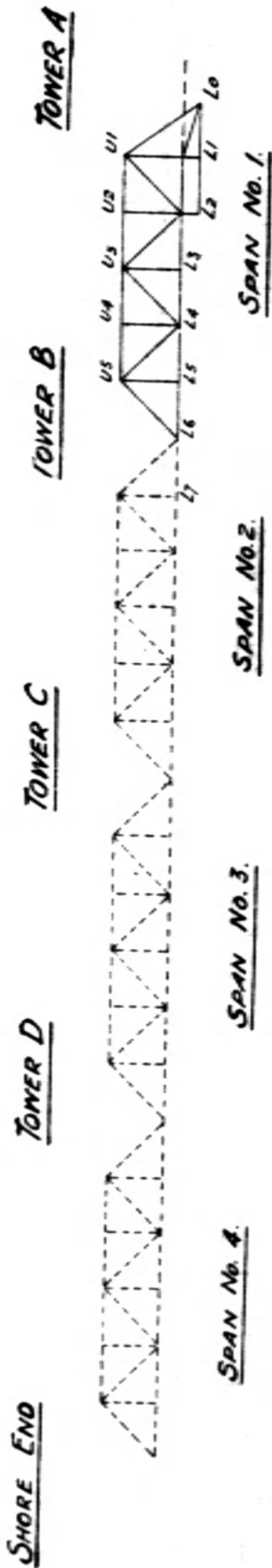
橋樑載重,係按「古柏氏三十五」(E 35)計算。其餘一切,大致均以國有鐵路橋樑規範書作為標準。其衝擊力 (Impact) 係用下式得之:

$$I = S \frac{300}{300 + \frac{L^2}{100}}, \text{ 內 } I = \text{衝擊力}, \quad S = \text{應力}, \quad L = \text{載重長度}.$$

該橋既屬活動式,衝擊力似可減小,按以上計算,該橋實在勝任之載重,常在「古柏氏三十五」以上(參閱第三至第八圖)。

(乙) 渡船

渡船長 372 呎,寬 58 呎,高 21 呎。該船設計,係按載重 1550 噸計



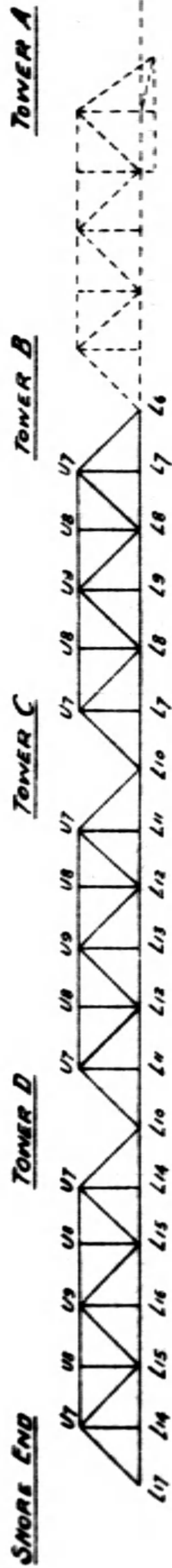
MAIN TRUSSES.

| Member | Dead Load | Live Load | Impact Load | Lateral Load A | Longitud. Load B | Comb. I DL+LL + I.L. | Comb. II S+A+B T.23 | Area Reqd. | | Section | Area Reqd. | | L | S | I | r | Make-Up All holes 1/8 dia. |
|--------------|-----------|-----------|-------------|----------------|------------------|----------------------------|---------------------------|------------|-----|-----------------------------------|------------|-----|------|------|------|------|-------------------------------|
| | | | | | | | | Grass | Net | | Grass | Net | | | | | |
| Top Chord | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U5 - U5 | -74.6 | -159.8 | -77.6 | - | - | -311.9 | - | 45.9 | - | 2Ls. 6" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 46.8 | 304 | 7.17 | 42 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| U3 - U1 | -82.0 | -160.5 | -77.8 | - | - | -320.3 | - | 46.1 | - | 2Ls. 6" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 47.0 | 304 | 7.74 | 39 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| L6 - L4 | +44.7 | +91.6 | +44.4 | ± 29.0 | ± 40 | +180.7 | +199.8 | 25.0 | - | 4Ls. 4" x 5" 2PLs. 18" x 7/8" | 28.7 | 248 | 304 | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| L4 - L2 | +87.9 | +171.1 | +83.0 | ± 30.6 | ± 40 | +342.0 | +330 | 42.8 | - | 4Ls. 5" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 50.2 | 304 | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| L2 - L1 | +57.6 | +107.8 | +52.2 | ± 13.2 | ± 40 | +217.6 | +216.4 | 27.2 | - | 4Ls. 5" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 32.7 | 304 | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| L1 - L0 | +60.6 | +123.2 | +59.8 | - | - | +243.6 | - | 30.4 | - | 4Ls. 5" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 35.0 | 320 | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| Bottom Chord | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U5 - L6 | -63.2 | -132.4 | -64.3 | - | - | -259.9 | - | 40.5 | - | 2Ls. 6" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 46.8 | 430 | 7.17 | 60 | 6.42 | 6.42 | 6.42 |
| U5 - L4 | +42.2 | +94.2 | +52.9 | - | - | +189.3 | - | 23.6 | - | 4Ls. 8" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 26.2 | 430 | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| U3 - L4 | -18.9 | -60.2 | -40.2 | - | - | -119.3 | - | 27.8 | - | 4Ls. 9" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 28.0 | 430 | 3.99 | 108 | 5.75 | 5.75 | 5.75 |
| U3 - L2 | -7.1 | -51.5 | -40.2 | - | - | +26.7 | - | 18.0 | - | 4Ls. 9" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 22.0 | 430 | 4.5 | 95 | 5.49 | 5.49 | 5.49 |
| U1 - L2 | +34.6 | +90.3 | +52.5 | - | - | +47.5 | - | 21.2 | - | Laced 2 1/2" x 3/8" Flats. | 26.2 | 430 | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| U1 - L0 | -95.6 | -194.2 | -94.3 | - | - | -384.1 | - | 62.5 | - | 4Ls. 8" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 62.6 | 504 | 7.21 | 70 | 5.15 | 5.15 | 5.15 |
| U5 - L5 | +14.8 | +37.2 | +34.2 | - | - | +86.2 | - | 10.8 | - | Laced 2 1/2" x 3/8" Flats. | 12.9 | 304 | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| U3 - L3 | +18.3 | +46.5 | +42.8 | - | - | +107.6 | - | 13.5 | - | Laced 2 1/2" x 3/8" Flats. | 15.2 | 304 | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| U1 - L1 | +51.6 | +102.8 | +49.8 | - | - | +204.2 | - | 25.5 | - | 4Ls. 8" x 4 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 28.2 | 304 | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| U4 - L4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4Ls. 6" x 3 1/2" 2PLs. 18" x 7/8" | 12.9 | 304 | 3.05 | 100 | 5.36 | 5.36 | 5.36 |
| U2 - L2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Laced 2 1/2" x 3/8" Flats. | 12.9 | 304 | 100 | 5.36 | 5.36 | 5.36 | 5.36 |

Note: All Stresses in tons. + denotes tension, - denotes compression

第三圖 活動引橋各部剖面計算表(一)

第四圖 活動引橋各部剖面計算表 (二)



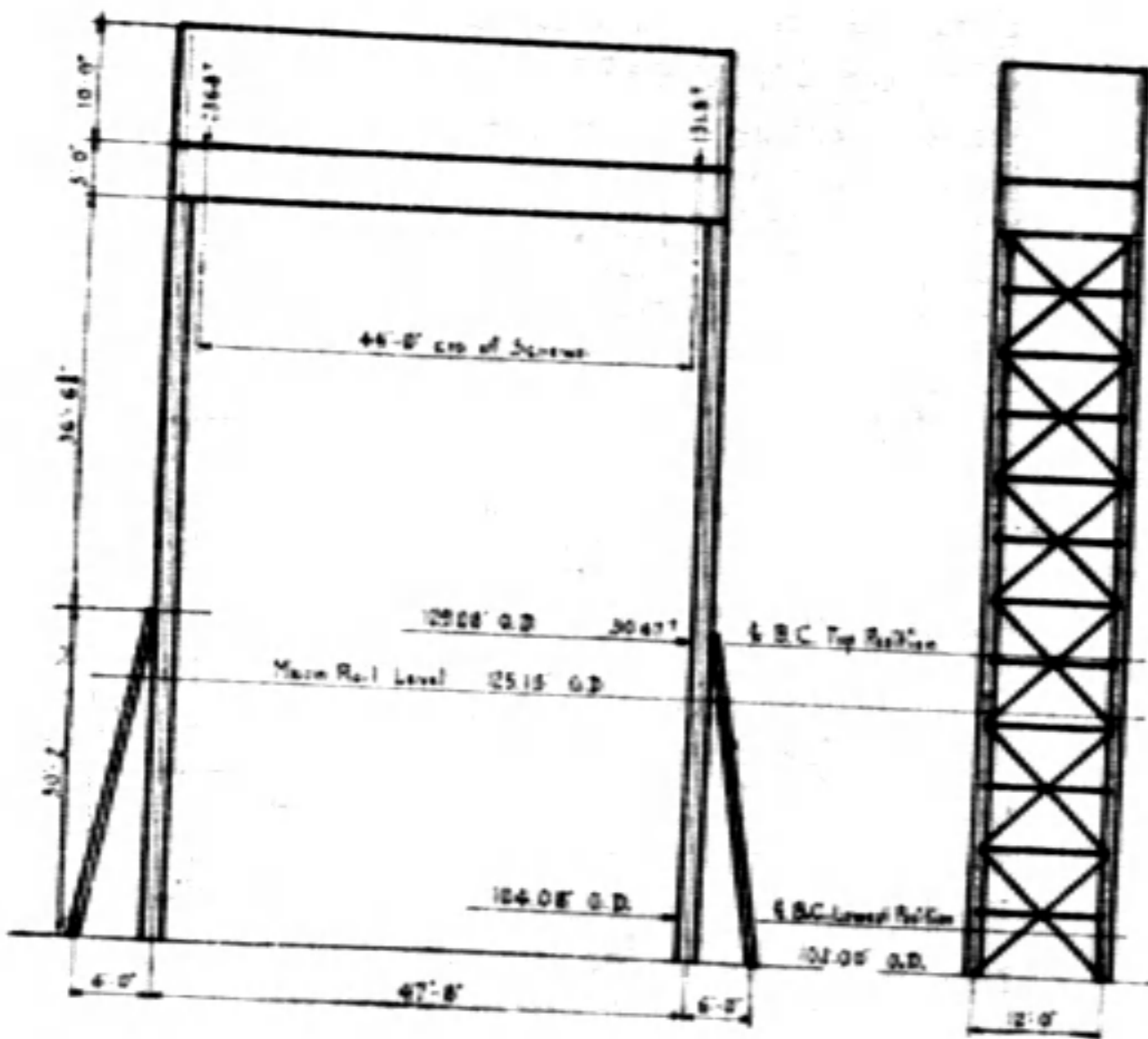
STRESSES IN MAIN TRUSS MEMBERS.

| Member | Deadload | Live Load | Impact Load | Lateral Load | Longitudinal Loads | | Comb I D.L. + L.L. + I.L. + B. | Comb II I + A + C 1.25 | Area Req'd Gross Net | Section | Area Provided Gross Net | r ins | l ins | l F | f % allow. | Make-Up All holes 7/8" dia |
|---------------------|----------|-----------|-------------|--------------|--------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------|---|----------------------------|----------|----------|--------|------------------|-------------------------------|
| | | | | | Grade Effect B | Braking Effect C | | | | | | | | | | |
| Top Chord U7-U9 | -38.7 | -101.3 | -56.6 | - | - | - | -196.6 | - | 29.6 | 2 Ls. 15" x 4" x 3/8" 1 Pl. 22" x 7/8" | 30.9 | 5.97 | 308" | 52 | 6.63 | [] |
| Span 2 L6-L8 | +24.2 | +65.6 | +36.6 | ± 42.6 | +3.2 -3.0 | +59 | +129.6 | +185.0 | 23.1 | 4 Ls. 4" x 4" x 1/2" 2 Pls. 18" x 7/8" | 27.2 | | 308" | | 8.0 | [] |
| | +24.2 | +65.6 | +36.6 | ± 42.6 | +6.5 -6.2 | +59 | +132.9 | +188.0 | 23.6 | 4 Ls. 4" x 4" x 1/2" 2 Pls. 18" x 7/8" | 27.2 | | 308" | | 8.0 | [] |
| | +24.2 | +65.6 | +36.6 | ± 42.6 | +9.7 -9.4 | +59 | +136.1 | +190.0 | 23.7 | 4 Ls. 4" x 4" x 1/2" 2 Pls. 18" x 7/8" | 27.2 | | 308" | | 8.0 | [] |
| | +43.6 | +114.2 | +63.8 | ± 48.4 | +3.2 -3.0 | +59 | +224.8 | +258.0 | 32.2 | 4 Ls. 4" x 4" x 1/2" 2 Pls. 18" x 7/8" | 39.76 | | 308" | | 8.0 | [] |
| Span 3 L10-L12 | +43.6 | +114.2 | +63.8 | ± 48.4 | +6.5 -6.2 | +59 | +228.1 | +268.0 | 33.6 | 4 Ls. 4" x 4" x 1/2" 2 Pls. 18" x 7/8" | 39.75 | | 308" | | 8.0 | [] |
| | +43.6 | +114.2 | +63.8 | ± 48.4 | +9.7 -9.4 | +59 | +231.3 | +271 | 33.9 | 4 Ls. 4" x 4" x 1/2" 2 Pls. 18" x 7/8" | 39.75 | | 308" | | 8.0 | [] |
| | -33.8 | -92.2 | -51.5 | - | - | - | -177.5 | - | 29.2 | 2 Ls. 15" x 4" x 3/8" 1 Pl. 22" x 7/8" | 30.9 | 5.97 | 433" | 75 | 6.07 | [] |
| | +20.3 | +61.3 | +40.6 | - | - | - | +128.2 | - | 15.3 | 4 Ls. 6" x 3" x 1/2" 1 Pl. 12" x 3/4" | 17.4 | | 433" | | 8.0 | [] |
| Span 4 L18-L19 | -6.8 | +16.8 | +13.1 | - | - | - | -70.9 +23.1 | - | 18.4 3.2 16.6 | 4 Bults Ls. 7" x 3" x 1/4" Laced 24" x 3/8" Flats. | 17.2 | 4.18 | 433" | 103 | 5.28 | [] |
| | +9.5 | +30.1 | +27.7 | - | - | - | +67.3 | - | 8.4 | 4 Ls. 6" x 3" x 1/2" Laced 24" x 3/8" Flats. | 12.9 | | 304" | | 8.0 | [] |
| Posts U8-L8 etc. | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.9 | 4 Ls. 6" x 3" x 1/2" Laced 24" x 3/8" Flats. | 12.9 | 5.05 | 304" | 100 | 5.36 | [] |

Note: All Stresses in Tons. + denotes tension, - denotes compression

Note: The Stresses given above under the headings of Lateral Load and Longitudinal Load are not existent (except in a reduced form) when the Live Load is off the Span. Reversal of Stress in the bottom chord is thus negligible.

TOWER A STRESS SHEET



LOADING

Reaction from Span

| | | |
|-------------------------|--------|-------|
| Dead Load Span | 46' | 46' |
| Span | 14.6' | 14.6' |
| Live Load (Max) | 117.0' | 32.6' |
| Impact | 4.85 | 1.58 |
| Total Max | 136.7' | 35.2' |
| Add for wt of Links etc | 2.5' | 2.5' |
| Total | 139.2' | 37.7' |

Lateral Forces

| | |
|-------------------------|-------|
| Wind on Span I | 12.6' |
| Lateral forces on Apron | 3.07 |
| Sway etc. on Span I | 11.0' |
| Total | 26.7' |

Longitudinal Forces

| | |
|------------------|-----|
| Wind on MC House | 10' |
| Wind on Tower | 10' |
| Total | 20' |

BRACING

Stress in diag. 17' Use 2-3/4" x 1/2" E4C Area 2.53"
 Allowable Stress (Compression) 20.2'
 Actual Stress = 22.2%
 Gross Members 2-3/4" x 1/2" x 17' = 1.26'
 Allowable 4.73'

FILLER GIRDERS

| |
|---|
| Max. S.M. = 642.16 - 242.16 = 400' |
| Section 2-0" x 8'-0" x 1/2" |
| Web 60" |
| Net I deducting 4 holes = 16035 in ² Net I = 360 in ² |
| Bending Stress = 388.18 = 1.67% |
| Shear Stress = 85.5 = 2.86% |

MAIN CROSS GIRDER

| | |
|--|--------------------|
| Wt of Machinery | 80' say |
| B.M. of center of Girder | 4804.67 = 2383' ft |
| 4-0" 8'-0" x 1/2" = 181 in ² | |
| 4-100' (2137) = 4274 in ² | |
| Web 60" = 630 in ² | |
| Gross I = 3485 in ² Gross Z = 795 in ² | |
| Deduct 2 holes = 190 in ² | |
| Net I = 2261 in ² Net Z = 731 in ² | |
| Max Bending Stress = 478.24 = 1.72% | |
| Max Shear = 127' = 20' = .97% | |
| Web 60" = 22.5' | |
| 2 Coors 44" = 44' | |
| Total 665' Max Shear Stress = 167 = 2.21% | |

STANCHION SHAFT

Upper Section

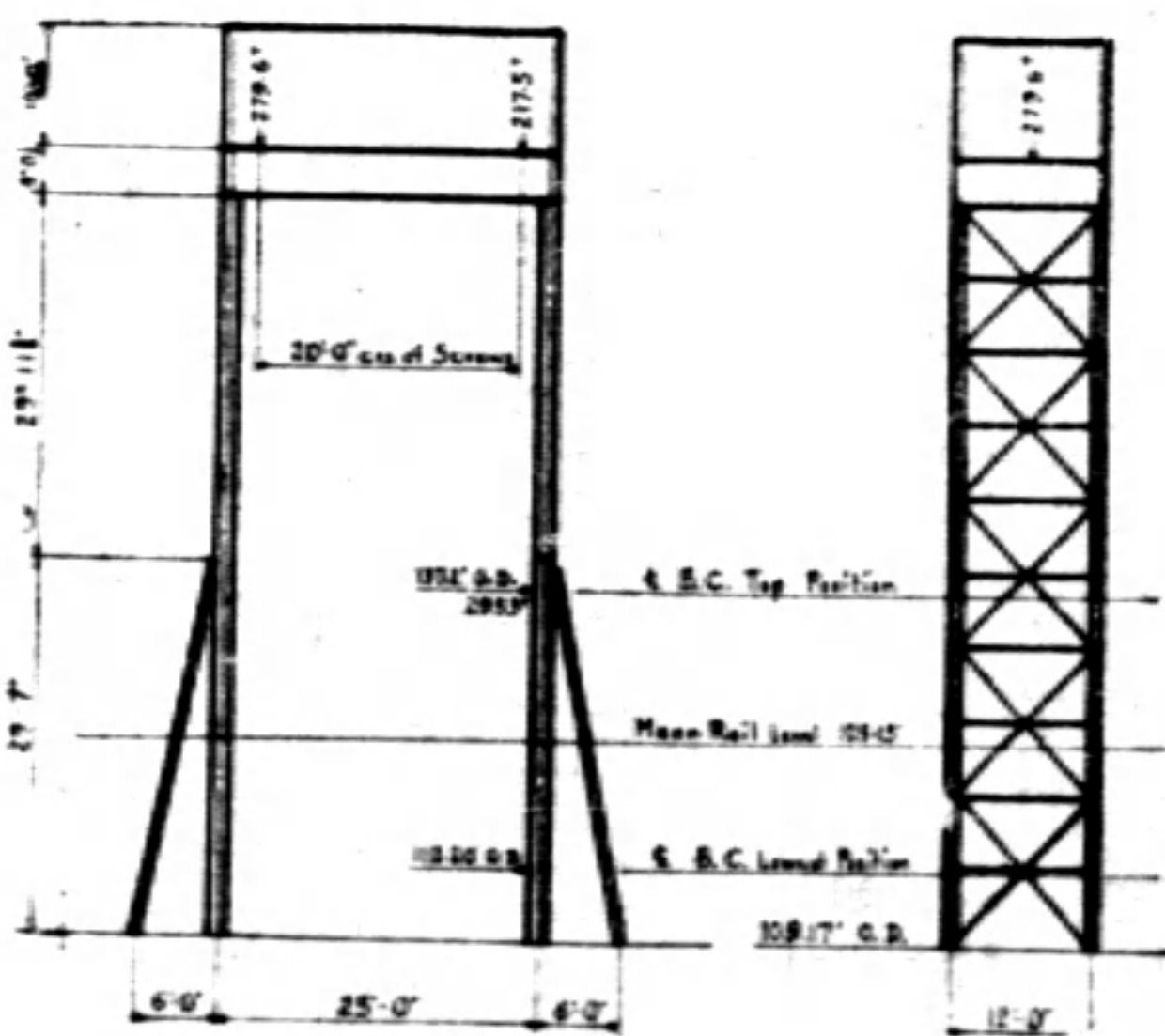
| | |
|---|--------------|
| Max Load from Cross Girder | 1287' |
| Machinery etc. | 20' |
| Tower Steelwork | 15' |
| Total | 1637' |
| B.M. at Splice | 425' = 2.12% |
| Section 4-0" 6'-0" x 1/2" | |
| Web 10" | |
| Gross Area = 30.19 in ² | |
| Z as 159 in ² Y as 694' | |
| Max J _y = 12.16 x 1.63 = 1.97% | |

Lower Section

| | |
|---|-------------------------|
| Overturning Moment at Base - per Leg | 3047' = 1708' = 82.74' |
| Wind etc. on Span | 3047' = 1708' = 82.74' |
| Wind on MC House | 1/2 x 2' x 135 = 33.75' |
| Wind on Tower | 1/2 x 2' x 130 = 32.5' |
| Total | 169.99' |
| Direct Stress = 1637' | |
| Section as shown | 20' x 4' x 1/2" |
| Gross Area = 63.86 in ² | |
| Z as 1582 in ² or 1271 in ² | |
| B.M. = 1271 x 1.0716 = 1362' | |
| Less 1271 x 2.16 = -2742' | |
| Resultant B.M. = -1480' | |
| Bending Stress = 1480' = 4.97% | |
| Direct Stress = 1637' = 5.0% | |
| Total Stress = 745.7% | |
| Allowable = 8.2% | |
| With no overturning Moment | 40' x 4' x 1/2" |
| Tensile Stress = 4432' = 3.47% | |
| Direct = 240.3% | |
| Net Tensile Stress = .97% | |

第五圖 第一號橋墩上之柱式吊架

TOWER B STRESS SHEET



LOADING

Reactions from Span

| | |
|------------------|-----------------|
| Dead Load Span I | 26.4' per truss |
| Span I | 4.40' |
| From Apron | 2.91' |
| Max Live Load | 153.4' |
| Impact | 21 |
| Total | 230.7' |

Lateral Forces

| | |
|----------------------|------------------------|
| Wind on MC House | 5.07 |
| Tower | 2.07 |
| Inclination of Links | 2.07 |
| Total | 9.21' (1.8' each side) |

Longitudinal Forces

| | |
|------------------|-------|
| Wind on MC House | 5.07 |
| Tower | 2.07 |
| Total | 7.14' |

BRACING

Stress in diag. = 11.3' (Tension only)
 Use 2-4" x 3/4" x 1/2" Net Area 16"
 Safe Stress = 124'
 Gross Members 2-4" x 3/4" x 1/2" x 16' = 1.26'
 Allowable 4.73'

FILLER GIRDERS

| |
|---|
| Max. S.M. = 642.16 - 242.16 = 400' |
| Section 2-0" x 8'-0" x 1/2" |
| Web 48" |
| Net I deducting 4 holes = 16530 in ² Net I = 600 in ² |
| Bending Stress = 398.18 = 1.74% |
| Shear Stress = 85.5 = 2.86% |

MAIN CROSS GIRDERS

| | |
|--|----------|
| B.M. due to Machinery etc. | 78.1 |
| Total | 3380' ft |
| 4-0" 8'-0" x 1/2" = 181 in ² | |
| 4-100' (2137) = 4274 in ² | |
| Web 48" = 504 in ² | |
| Gross I = 3485 in ² Gross Z = 795 in ² | |
| Less 2 holes = 190 in ² | |
| Net I = 2261 in ² Net Z = 621 in ² | |
| Bending Stress = 478.24 = 1.61% | |
| Max Shear = 127' = 15' = .97% | |
| Web 48" = 18' | |
| 2 Web with 30" = 20' | |
| Total 52' Max Shear Stress = 167 = 2.21% | |

STANCHION SHAFT

Upper Section

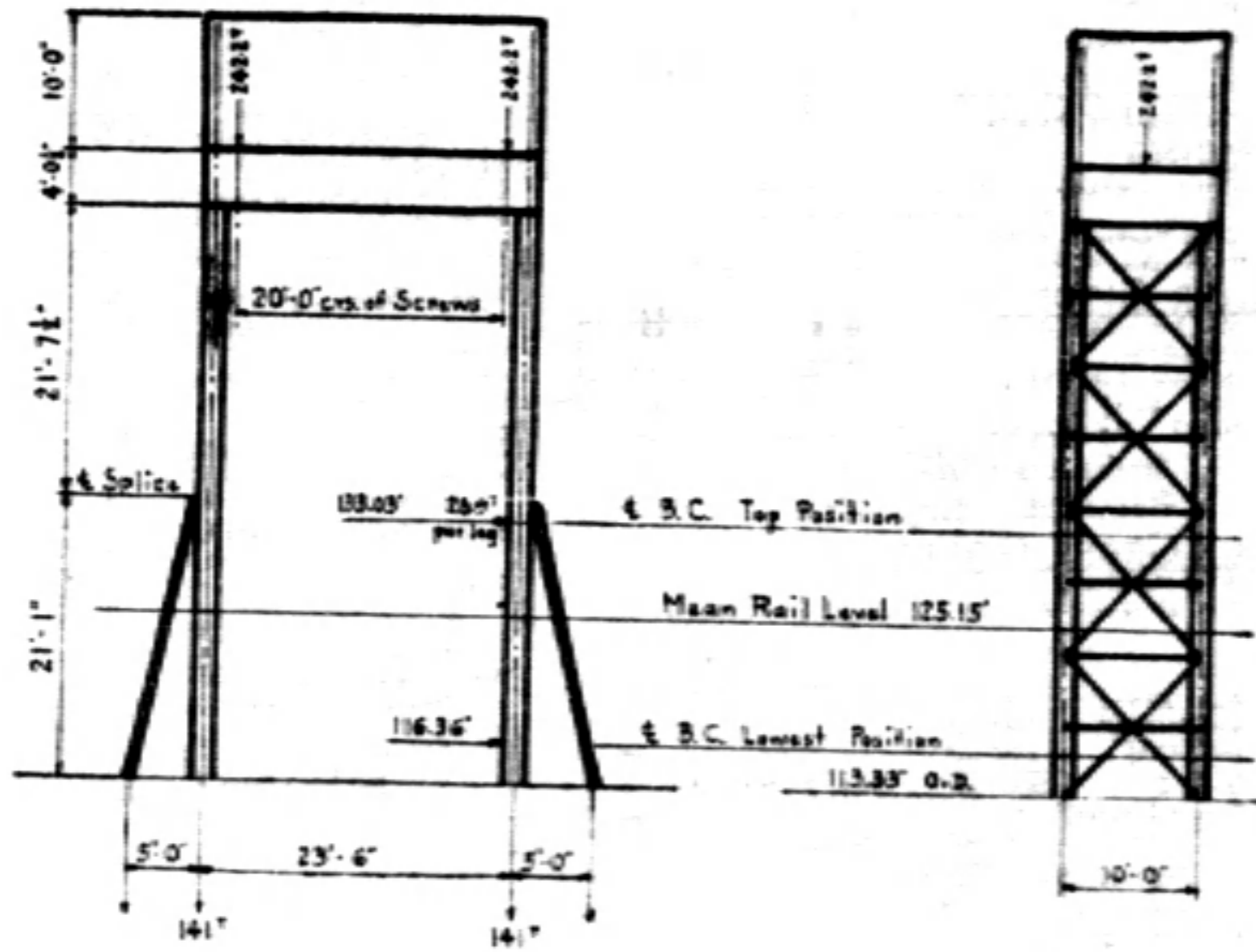
| | |
|---|--------------|
| Load from Cross Girder | 155.0' |
| Machinery etc. | 1.5' |
| Tower Steelwork | 1.5' |
| Total | 158' |
| B.M. at Splice | 425' = 2.12% |
| Section 4-0" 6'-0" x 1/2" | |
| Web 10" | |
| Gross Area = 30.19 in ² | |
| Z as 159 in ² Y as 694' | |
| Max J _y = 12.16 x 1.63 = 1.97% | |

Lower Section

| | |
|---|-------------------------|
| Overturning Moment at Base - per Leg | 2955' = 160' = 82.74' |
| Wind etc. on Span | 2955' = 160' = 82.74' |
| Wind on MC House | 1/2 x 2' x 135 = 33.75' |
| Wind on Tower | 1/2 x 2' x 130 = 32.5' |
| Total | 169.99' |
| Direct Stress = 1578' | |
| Section as shown | 20' x 4' x 1/2" |
| Gross Area = 63.86 in ² | |
| Z as 1190 in ² or 1096 in ² | |
| B.M. overturning 1600' = 1000 in ² | |
| Less 1096' x 2.16 = -2348' | |
| Resultant B.M. = -1348' | |
| Bending Stress = 1348' = 4.37% | |
| Direct Stress = 1578' = 4.97% | |
| Total = 735.7% | |
| Allowable = 8.2% | |
| With no overturning effect | 40' x 4' x 1/2" |
| Tensile Stress = 4432' = 3.47% | |
| Direct = 240.3% | |
| Net Tensile Stress = .97% | |

第六圖 第二號橋墩上之柱式吊架

**TOWER C
STRESS SHEET**



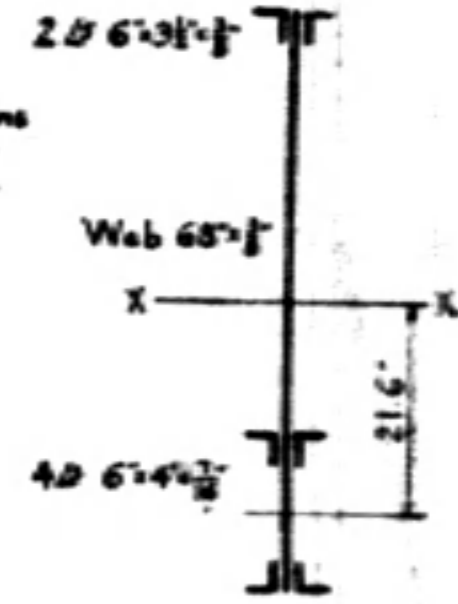
Vertical Loading as for Tower D
Longit Loading Inclination of Links Max 2 in 153
 Wind on MC House 4.7T
 - Tower 2.0T
 Component of Link Load 6.3T
 Total 12.7T
 i.e. 6.4T each side

Max. Stress in Bracing (tension only) = 9T
Bracing as in Tower D
Cross Girders as in Tower D
STANCHION SHAFT

Upper Section as in Tower D

Lower Section
 Overturning Moment at base =
 Wind etc on Span 28.9' x 19.7' = 570 FT² ft
 - on MC House 4.10' x 4.9' = 23 FT² ft
 - Tower 4.2' x 2.1' = 1.1 FT² ft
 Total 604 FT² ft

Section as shown
 Gross Area = 50.06 in²
 Z_{xx} = 329 in³ or 716 in³
 Bending Moment on Section
 604 x 12 = 7250 in Tons
 less 141' x 2.16" = 3040
 4210
 Max Bending Stress 4210 / 716 = 5.86 %
 - Direct Stress 161 / 30.06 = 2.82 %
 Total Stress = 8.68 %
 Allowable 8.5 %

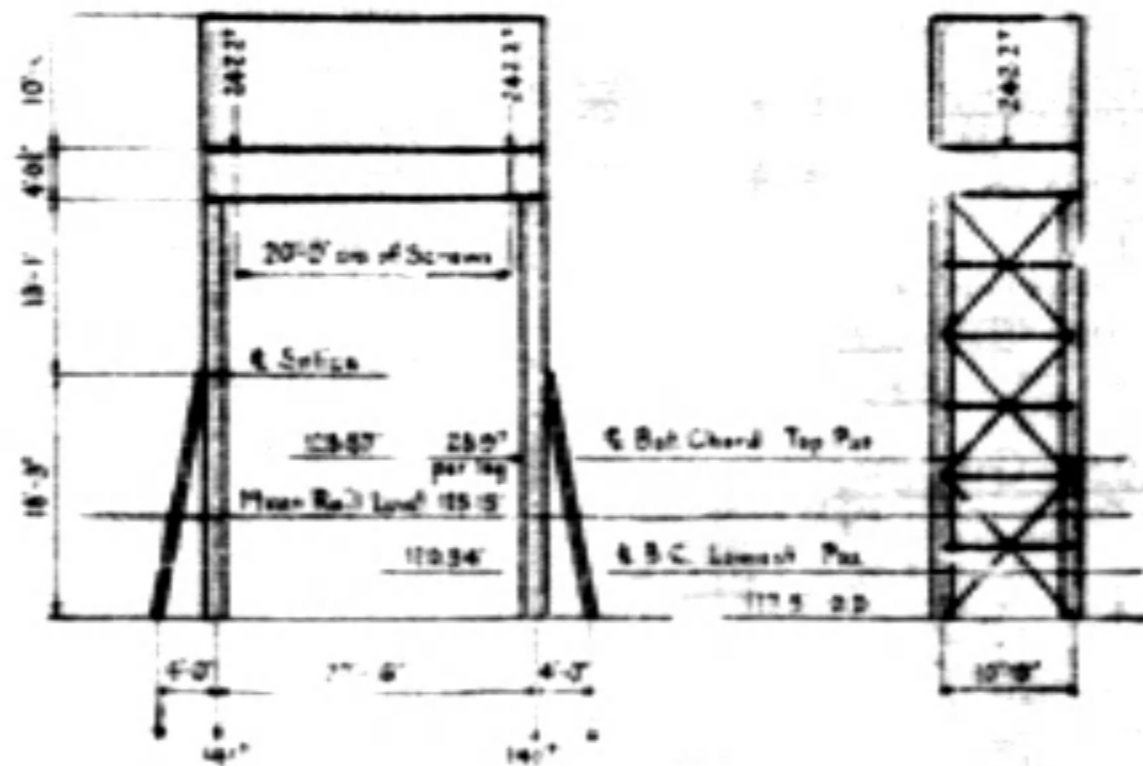


With no overturning effect
 Tensile Stress 3040 / 716 = 4.24 %
 Direct Stress 2.82 %
 Net tensile Stress 1.42 %

Note: The Max. overturning Moment can only occur with the Spans fully loaded, i.e. with full load on the Tower Legs.

第七圖 第三號橋墩上之柱式吊架

**TOWER D
STRESS SHEET**



LOADING

Reaction from Spans
 Dead Load 24.8
 Max Live Load 141.5
 Impact 33.8
 Total 199.1 per Span-Link
 Add for all of Spans 10.0'
 Total 209.1 per Span

Lateral Forces

Wind on Span 15.2T
 Wind on Train 10.6T
 Snow 12.0T
 Total 37.8T
 = 20.9T each leg

Wind on Machinery House 17' x 10' x 1.9T = 32.4T
 Wind on Tower Legs, say 1.2T
 Total (Full width of Tower) 33.6T

Longitudinal Forces

Wind on MC House 22' x 10' x 3.0T = 66T
 Wind on Tower Legs, say 2.2T
 Total (Full width of Tower) 68.2T
 Inclination of Links 1 in 150 0.67T
 Total 67.5T

BRACING

Long Tension 4.9T each side
 Stress in diagonal (tension only) 10.2 x 4.9 = 7T
 Use 2 3/8" x 3/8" Net Area 14.0 in²
 Safe Stress = 11.8T
 Cross Members Stress 4.9T
 Use I 6-3-10 (400-400) Rolled with 1/2" web
 1 x 8'-9" = 28 1/2 x 120 4-480 %

FOUNDATIONS

Vertical Load from Spans = 404T
 Machinery and House = 50T
 Shockwork in Tower = 10T
 Total 464T
 Max. Load = 161T on each leg

ILLER GIRDERS

Max B.M. = 42.3' x 3 = 127 in³
 Section 2'-0" x 6'-0" x 1/2"
 Web 48" x 1/2"
 Net I (deducting 4 holes) = 287 in³
 Max Bending Stress = 127 / 287 = 0.44 %
 Max Shear Stress = 62.3 / 48 = 1.29 %
 = 3.56 %

MAIN CROSS GIRDERS

Wt of Machinery & House say 25T each side
 Bending Moment = 12.1' x 15.5' = 212.1 FT² ft
 Total = 734

Section:
 4'-0" x 3'-0" x 1/2" I = 80
 4 x 4.75 x 22.00' = 8340
 Web 48" x 1/2" = 30.66
 Gross I = 11885
 1 Hole each L = 1110
 Net I = 10775 Net Z = 443 in³
 Max Bending Stress = 212.1 x 12 = 2545.2 / 443 = 5.74 %
 Max Shear = (21.1 x 12.5) / 33.6 = 7.5T
 2 Web Rivets 34" x 1/2" = 29.8
 1 Web 48" x 1/2" = 18
 47.8T
 Max Shear Stress = 280 %

STANCHION SHAFT

Upper Section
 Direct Stress = 161 / 30.06 = 5.35 %
 Web 10 1/2" x 1/2" x 128" x 1/2" x 128" x 1/2"
 Leg = 144" x 1/2" x 1/2" x 128" x 1/2"
 Bending Moment of Splice = 12.1 x 12 = 145.2 FT² ft
 Direct Stress = 145.2 / 443 = 0.33 %
 Bending Stress = 145.2 / 443 = 0.33 %
 Total = 5.68 % Allowable 6.0 %

Lower Section
 Overturning Moment at base =
 Wind etc. Spans 28.9' x 19.7' = 570 FT² ft
 Wind on MC House 4.10' x 4.9' = 23 FT² ft
 Wind on Tower 4.2' x 2.1' = 1.1 FT² ft
 Total 604 FT² ft
 Gross Area = 40.84 in²
 Z_{xx} = 696 in³ or 342 in³
 B.M. on Section = 12 x 604 = 7248 in Tons
 less 141' x 2.16" = 3040
 Total B.M. = 4208

Max Bending Stress = 4208 / 342 = 12.3 %
 - Direct Stress = 161 / 30.06 = 5.35 %
 Total = 17.65 %
 Allowable 6.0 % = 6.0 %
 With no overturning effect
 Tensile Stress 3040 / 342 = 8.89 %
 Direct Stress 5.35 %
 Net tensile Stress 3.54 %

第八圖 第四號橋墩上之柱式吊架

算,速度每小時12½海里。船身分艙面艙內二層及駕駛台等。艙面鋪設軌道三股,各長300呎,每股可載40噸貨車7輛,或客車4輛,全船計載40噸貨車21輛,或客車12輛。艙面後端設移車台,長42呎,台下備有滾輪及拉鏈等設備,得左右移動,接連任何股軌。上置有0-8-0式機車一輛,以便裝卸股道上之車輛。艙內為機器房,旅客室,船員室,水手房,廚房,廁所等。駕駛台有船主室及駕駛室等。渡船滿載後,艙面軌道高出水面12呎,吃水深度為9呎9吋,船空時與滿載時之吃水相差為33吋。

船之左右,設側穩水櫃(Heeling Tanks)各一,前後設縱穩水櫃(fore & Aft Tanks)各一。渡船載重時,不免有偏重之虞。設此水櫃,以抽水機挹注,隨時可以增減其蓄水量,而使船身當裝卸車輛時,常得保持全船重量之平衡。車輛拖至渡船後,立刻用手搖擋輪機夾於車軌上,將車輪兩端抵擋,以防移動。

渡船過江時,機車應否駐於船上,頗為有價值之研究。贊成駐於船上者所持之理由如下:

- (1) 車輛上船時,機車在前牽引,較在後方推送為安全。(機車若不駐在船上,則船尾無移車台之設備,機車勢必在後方推送)
- (2) 車輛上岸時,機車在後方推進較為妥當。
- (3) 機車在渡船上,靠岸之情形,司機一目瞭然,可增進行車之安全。
- (4) 渡船靠岸,可立即推卸車輛。
- (5) 車輛上船後,渡船可即開放。
- (6) 機車駐在船上,可省岸上許多之調動。

反對機車駐在船上者所持之理由如次:

- (1) 機車在船上,多佔軌道,雖僅機車一輛,而須少載40噸貨車三輛。如按每噸五角計算,每次少得運費六十元。
- (2) 機車本身之重量,及連帶運用之機械,共重至少一百噸。每次載運過江,似不經濟。況船上多一設備,船價亦必增加。

(3) 渡船上船尾之車擋，對安全上極關緊要。如用活動軌道，則車擋常須開閉，不甚台宜。

(4) 船上常駐機車，其最大理由，為調車安全，但近來各國，對此已有數種防範辦法，如車閘軌閘等是也。

研究結果，為安全起見，仍決定機車常駐船上。至於機車一切設計，俱合引橋上之行駛。

渡船之修理，為將來一重要問題。數點鐘之修理，當不成問題，但遇有重大之修理，仍須送往上海。同時南北交通，不能一日斷絕，勢必有第二渡船之預備不可。預備辦法分為三種，將來視款項之多寡再為決定：

(1) 渡船無行駛機械之設備，過江時用小輪牽引。

(2) 渡船有行駛機械之設備，但須將來安裝，暫用小輪船牽引。

(3) 向英商訂購同樣之渡船。

如款項餘裕，第三辦法，最為妥善，自無待言。第二辦法，為折衷辦法，將來機械安裝，其總價當較第三辦法為昂貴，似無採納之理由。第一辦法，為遷就辦法，需費最少，為行船之安全起見，則渡船之載重，可酌情核減，多開過江之次數，能收同一之效果。

(丙) 繫纜護船架靠船碼頭浮箱等

第一橋墩前面，在兩邊接做喇叭式之木質護架各一座，每座計高三層，每層安設帶纜樁一具。護架之靠船一邊，其形式適與船身吻合，距離尺寸極小，故船頭得以靠緊，而不為潮流所掀動。兩岸靠船碼頭，各長 210 呎，計分二十一段，高出最高水位凡 12 呎，於最高水位時，其頂面適與渡船之艙面齊平。渡船未達護架以前，即先用纜繩繫於此項碼頭上，以防為橫流所衝擊，然後於駛抵護架時，徐徐靠近，庶不致與任何部份相撞。渡船過江時，恆順水勢先向下游斜出，及至中流，始漸折回，改向上游斜駛而達對岸。其航道殆成 Y 字形（兩頭可以開駛），故引橋及靠船碼頭之方向，均須依照此項航道，庶使渡船靠岸及離岸時，均得依其航行方向，直接停駛，進退

敏捷，毋須轉舵掉向，耗費時間。至於靠船碼頭之地位，則更須建於引橋之下游一邊，俾船得順水勢而易於靠近。浮箱置於靠船碼頭外邊，用鋼質做成。四角安設雙式帶纜樁各一具，用以牽繫裏外帶鏈四根，中設單式帶纜樁一具，以備用纜繩時將船尾繫牢。裏邊用帶鏈兩根，繫於靠船碼頭。外邊用帶鏈兩根，旋泊江中。後面用撐木兩根撐於木質支架上。浮箱可以上下前後浮動，以適合最高及最低水位時渡船之位置。

(丁) 號誌燈鐵柵門及保險岔道

爲防止行車疎虞計，在引橋兩端，各安設紅綠色號誌燈，並在岸上裝設保險岔道及鐵柵門等設備，與號誌自動連鎖。渡船未靠跳板以前，鐵柵門及岔道均關閉，引橋兩端常放紅燈。速渡船靠岸，並與跳板連鎖穩妥後，則綠燈綫連接，兩端改放綠燈。鐵柵門及岔道均自動啓放，岸上車輛，乃得用特備機車，拖至渡船上。速全部車輛裝好後，船上發出口號，橋上遂將綠燈綫關斷，改放紅燈，於是鐵柵門及岔道復自動關閉，而渡船立即開行。

(戊) 江岸接軌

兩岸接軌工程，下關方面，由京滬路辦理，浦口方面，由津浦路辦理。錯車道在下關者凡四股，因限於地勢，俱爲灣道，在浦口者凡六股，俱爲直道。每股均在600呎以上。車輛裝卸，每岸約需時二十五分鐘。渡船過江，約二十分鐘。

車輛過江後，次序不免顛倒。貨車顛倒，關係尙小。客車顛倒，影響較大。譬如頭等客車，因冬日煖汽之關係，或另有其他原因，直接掛於機車之後，位居全列車輛之首。過江後，該客車之地位，將變爲第四第八或第十二。除非機車在全列車輛之後推送，該客車不能與機車直接相連。其補救之法，非在岸上設一圈道（Loop）不可。兩岸中有一處設此圈道，則此項問題即可解決。

(四) 籌備輪渡通車情形

鐵道部於輪渡工程將竣之際，為謀通車後行車之安全，及籌劃營業管理各事項起見，派業務司司長俞棧，參事夏光宇，司長谷正鼎，薩福均，幫辦黃振聲等為首都鐵路輪渡通車籌備委員，並指定俞棧為主任委員，於二十二年三月二十一日成立籌備委員會。關於規定輪渡聯運車輛之檢驗，及輪渡載運之範圍，暨車輛過軌檢驗手續，并單據之辦理方法等，均經數度會議。嗣以開駛滬平聯運通車，其列車之組織，車輛之攤撥，時刻之訂定，以及一切行車各問題，均直接關係各路，乃于五月一日召集第四次會議，議決分電北寧，京滬，滬杭甬，隴海，膠濟等各路局，委派負責人員，到會參加，同時部內廳司處各長官，亦均出席會議，將以前會議各案，并各路提案，一併彙交大會，分總務，技術，行車三組審查之。繼由第五，六兩次大會討論，議決案件五十一項，所有關於輪渡通車應行籌備事項，均經議定具體辦法，分別進行。首都鐵路輪渡組織規程亦於九月十九日部令公佈。該會以任務已畢，即於九月二十三日呈部報告結束。茲將首都鐵路輪渡組織規程附列于后。

鐵道部首都鐵路輪渡組織規程（二十二年九月十九日部令公佈）

- 第一條 首都鐵路輪渡直隸於鐵道部，掌理關於下關浦口間鐵路輪渡一切事宜，定名為（鐵道部首都鐵路輪渡），對外公文以本名義行之。
- 第二條 首都鐵路輪渡一切行政及會計事宜，由鐵道部直接管理，關於設備及行車技術等事務，由鐵道部委津浦鐵路管理委員會負責代管，但輪渡南岸軌道工程事務，由京滬鐵路管理局負責辦理。
- 第三條 津浦鐵路管理委員會，應於車務中特設輪渡段，執行前條一切代管事務。
- 第四條 首都鐵路輪渡區員工如左
- 一、段長一人：
- 船長一人，大副，二副，大車，二車，各一人，工頭二人，工匠八人至十人，水手十六人至十八人，伙伙四人；

幫工程司或工務員三人,監工二人至四人,機車司機一人至二人,伙伙一人至二人,機匠八人至十人,電匠二人,車輛匠四人至六人,開伙四人,旗伙四人,手開伙七人至九人,碼頭小工十人至十二人;

道班工人由津浦鐵路工務段隨時撥派,不另設置。

二、會計主任一人,事務員一人至二人,司事二人至四人。前項員工管轄系統於附表定之

- 第五條 段長由鐵道部長委任,承車務處長之命,負本段行車及其他一切管理之責,對於兩岸旗站站長,並有指揮之權。
- 第六條 船長由津浦鐵路管理委員會呈請鐵道部長核准派充,直隸於段長,并承津浦鐵路機務處長之命,管理輪渡一切事務。
- 第七條 幫工程司或工務員由津浦鐵路遴選,依其等級,分別呈請鐵道部長核准派充,直隸於段長,並分別承機務第一總段及電廠主管人員之命,辦理關於輪渡之工務,機務,電務,各事項。
- 第八條 大副、二副、大車、二車、監工,由津浦鐵路管理委員會派充,呈報備案,分別承船長及幫工程司或工務員之命,辦理應管事務。
- 第九條 會計主任由鐵道部長派充,承主管司處之命,辦理關於輪渡一切會計事務。
- 第十條 事務員由鐵道部長派充,承會計主任之命,助理會計事務。司事由會計主任呈准雇用。
- 第十一條 首都鐵路輪渡應用工人,依國營鐵路工人雇用通則之規定雇用之。
- 第十二條 首都鐵路輪渡各項辦事規則另定之。
- 第十三條 本規程自公佈日施行,如有未盡事宜,由鐵道部隨時修正之。

(五) 輪渡通車後收支報告

自輪渡通車後,南北交通,既稱便利,客貨兩運日趨發達,將來營業盈餘,定有可觀。二十二年十一月份貨運噸數,計 33865 噸,十二月份計 52890 噸,二十三年一月份計 67120 噸,二月份計 58720 噸,此四個月中共計貨運為 212575 噸,每噸運價平均以一元一角計算,約計已達二十三萬餘元。又自二十二年十一月份起,每月客運及

郵包收入,約在八千元上下。依此計算,每年收入可達八十萬元。縱開支項下,每月經常費需銀一萬二千元(年需十四萬四千元),保險費年約三萬元,庚款利息年約十八萬餘元,尙能盈餘四十餘萬元,故輪渡營業前途,洵未可限量也。茲將上下行車輛分月統計表附錄於下。

首都鐵路輪渡車輛分月統計表

| 年 份 | 車 輛 分 月 | 下 行 車 輛 | | | | | 上 行 車 輛 | | | | |
|------------------|------------------|---------|--------|------------------|------------------|------------------|---------|--------|------------------|------------------|------------------|
| | | 重 車 | | 空 車 輛 數 | 客 車 輛 數 | 機 車 輛 數 | 重 車 | | 空 車 輛 數 | 客 車 輛 數 | 機 車 輛 數 |
| | | 輛 數 | 噸 數 | | | | 輛 數 | 噸 數 | | | |
| 二 十 二 年 | 十 月 份 | 無 | 無 | 無 | 100 | 無 | 4 | 160 | 50 | 90 | 無 |
| | 十一月份 | 942 | 26125 | 18 | 298 | 3 | 199 | 7740 | 830 | 297 | 無 |
| | 十二月份 | 1129 | 43130 | 26 | 303 | 6 | 258 | 9760 | 1024 | 310 | 無 |
| 二 十 三 年 | 一 月 份 | 1464 | 56740 | 39 | 315 | 無 | 271 | 10380 | 1212 | 316 | 1 |
| | 二 月 份 | 1332 | 50915 | 15 | 284 | 無 | 210 | 7805 | 1141 | 784 | 無 |

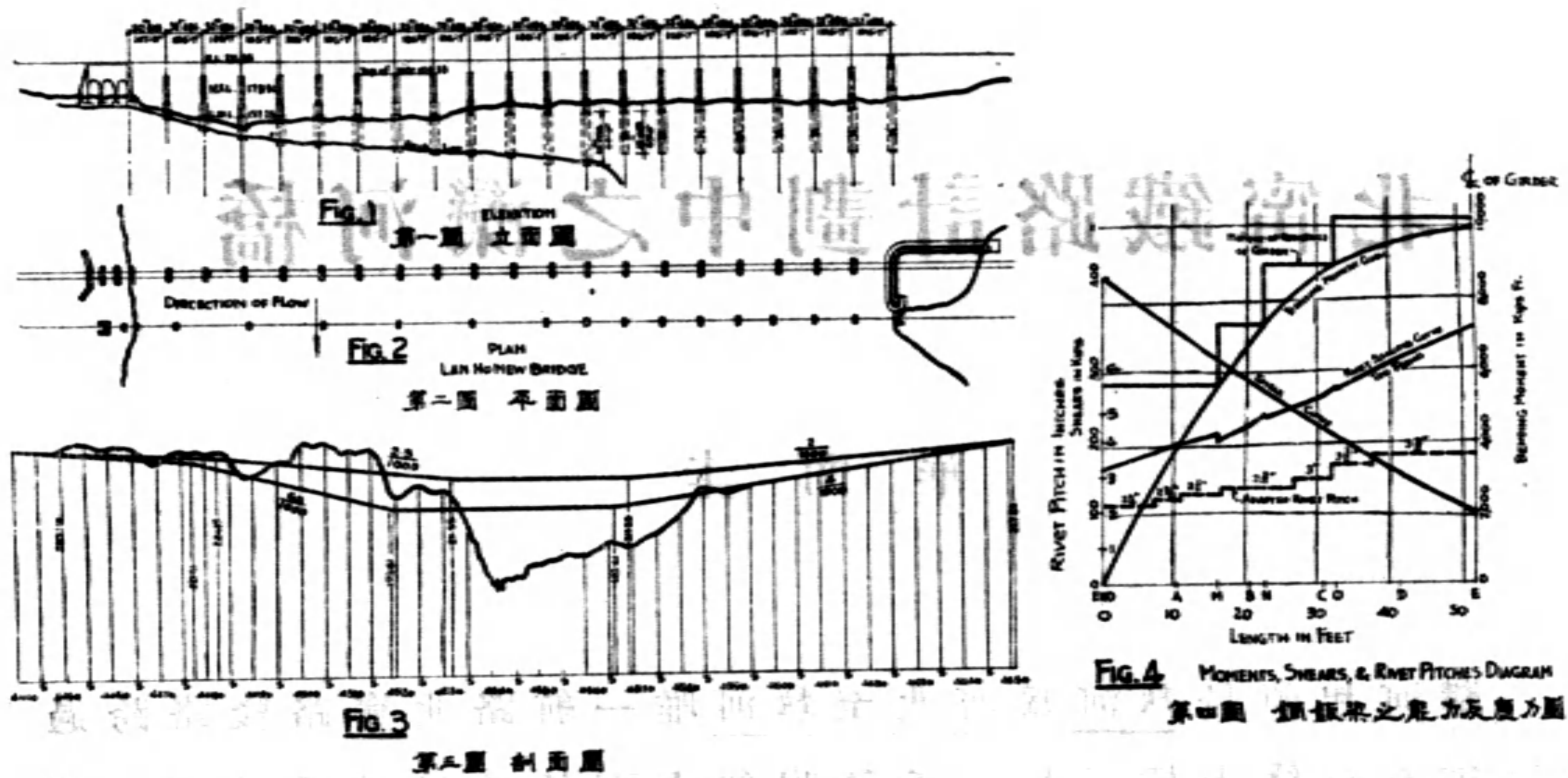
(註)下行車輛指由浦口至下關之車輛;上行車輛指由下關至浦口之車輛。

北寧鐵路計劃中之灤河橋

華南圭

灤河起源於熱河，爲河北至熱河唯一航路。北寧路線路跨過該河，築有單綫大橋，計長二千餘呎，即六百餘公尺。該橋計200呎淨空五座，100呎淨空十座，30呎淨空二座，於前清光緒十九年，即民國紀元前十九年告成，爲北寧路最大工程之一。民國十三年，北寧路添築唐榆雙綫，以該橋工程浩大，未克改造，致灤州至朱各莊約四公里一段，仍屬單綫；唐榆雙綫之功效，有功虧一簣之憾。民國十三年，十七年內戰，及二十二年日禍，此橋迭經部份炸毀，隨時修理，勉強通車。惟以去年一役，在敵軍壓迫之下，修理更爲匆促，未能恢復原狀。（參閱附錄北寧路工務處技術室主任工程司羅英之檢查報告書）。因此危險程度，又見增加。此北寧路改造灤河橋之計劃，所以成爲緊急工程之一也。

另擇新橋地點之緣由 計劃改造灤河橋之初，本擬於舊橋旁，添一新橋，而將舊橋鋼架或加固，或換新，以減少橋墩之費用。但舊橋建築之時，爲減少建築經費計而遷就地勢，致橋墩未能達滿意之高度，蓋橋東路軌以1:250（即4%）之坡度，橋西路軌以1:150（即6.6%）之坡度，各傾向該橋（第三圖），而該橋又靠近車站，致東行或西行列車，經過此凹窪之站，速度不得不減，並常感坡度太峻，而須限制全段列車之重量，運輸之能力，因之減少，是以改善坡度之提議，與改造舊橋並重。惟改善坡度，必須將路線提高，而將橋墩加高18呎，庶東端之坡度可改爲1:500（即2%），西端之坡度可改爲



1:400 (即 2.5%)。該橋靠近車站,若將綫路抬高,則工作時,苟非另造便橋,勢將無法通車。然另造便橋,並加高舊墩,非徒費用較另造雙綫新橋為昂,且工作上之困難甚多,行車亦異常不便。故另擇適宜地勢,移向上游 150 呎處改築新橋,俾土方不巨,運料便利,且於工作之時,仍能照常通車。

酌定新橋之跨度及孔數 灤河橋橋墩,高約五十餘呎,橋基深度自十餘呎至五六十呎不等。西端石層露出河底,向東逐漸較深。至東端地質,則屬硬泥。除夏季洪水漫岸外,平時水面不過五六百呎。就淺水之需要,橋樑橋基工料之價值,及跨度 60 呎至 300 呎,與洩水面寬約 2000 呎,作數種計劃,詳細比較,認 100 呎上下之橋空,最為經濟。是以全橋二十孔之跨度,均取 100 呎(第一圖及第二圖),因此鐵工圻工設計施工方面,亦均較整齊簡捷。

選擇鐵樑之形式 100 呎之跨度,在「高架提式蹠樑」,為不經濟之長度,而「開頂蹠樑」又為最弱之格式。查軌面距河底五六十呎,則橋墩實具充分之高度,橋身自以「托式」為宜。托式橋身究用「蹠樑」,抑用「飯樑」,自宜再為斟酌。蹠樑較飯樑約輕數噸,然製造較煩,修養較費,不如飯式之簡便,且本路機車之逐漸加長,影響於蹠樑各部之應力,及接筭之釘數,均較飯式為大,是以橋身決定採

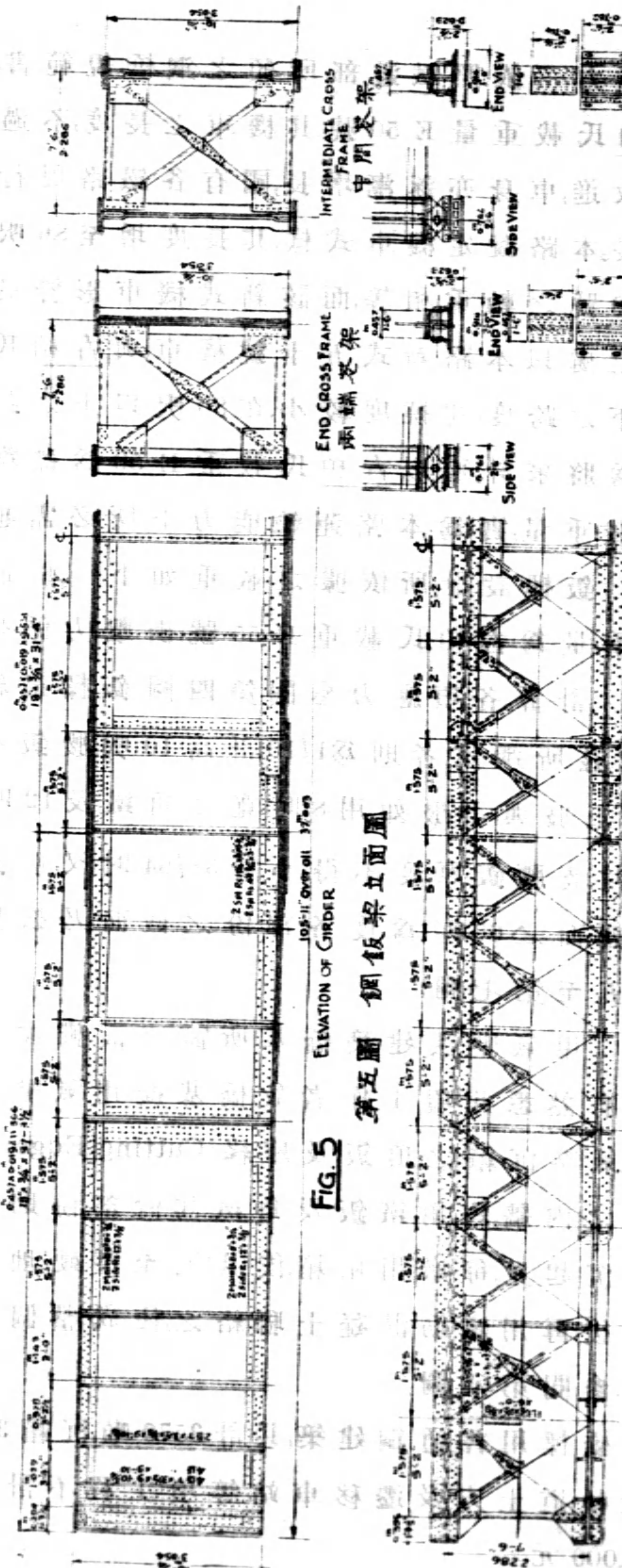


FIG. 5

第五圖 鋼板梁立面圖

FIG. 6

第六圖 鋼板梁平面圖

FIG. 7 DETAILS

第七圖 各部詳圖

對邊大井用

之謝幕

重車及

中辦米

自隊自

重車

代便代

其能

對

重

指

知

公

2=1

對

前

現

不

使

基

全

未

在

新

北

辦

辦

全

指

辦

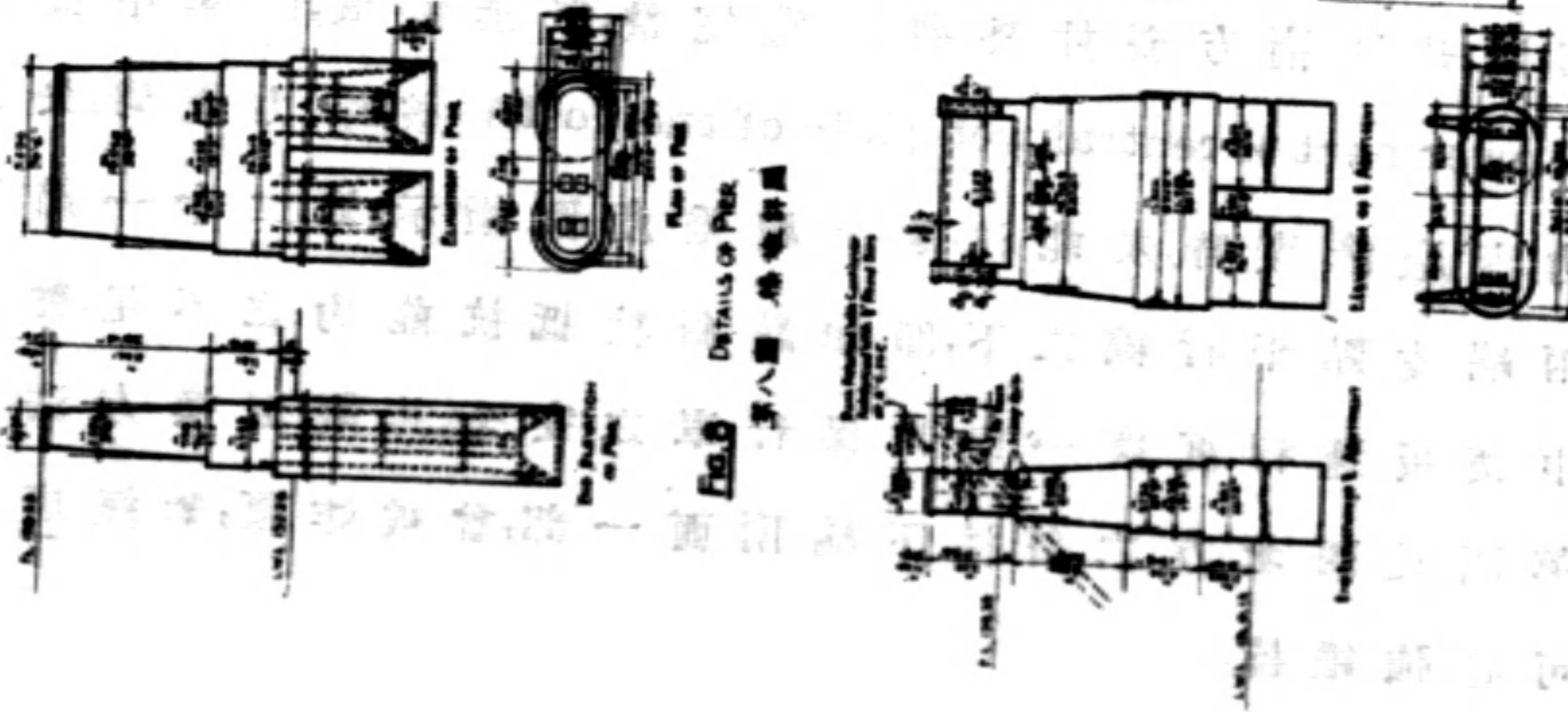
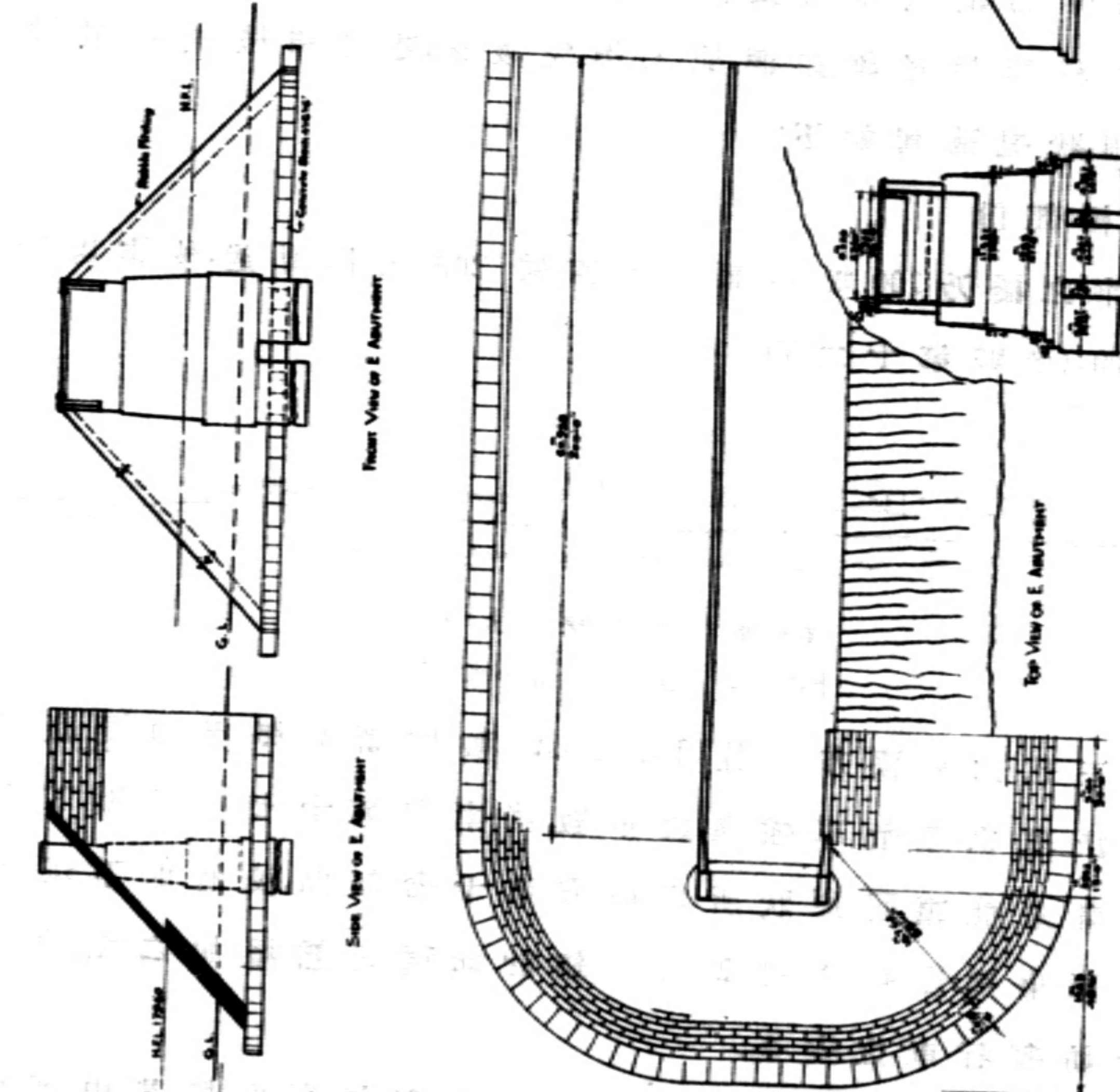
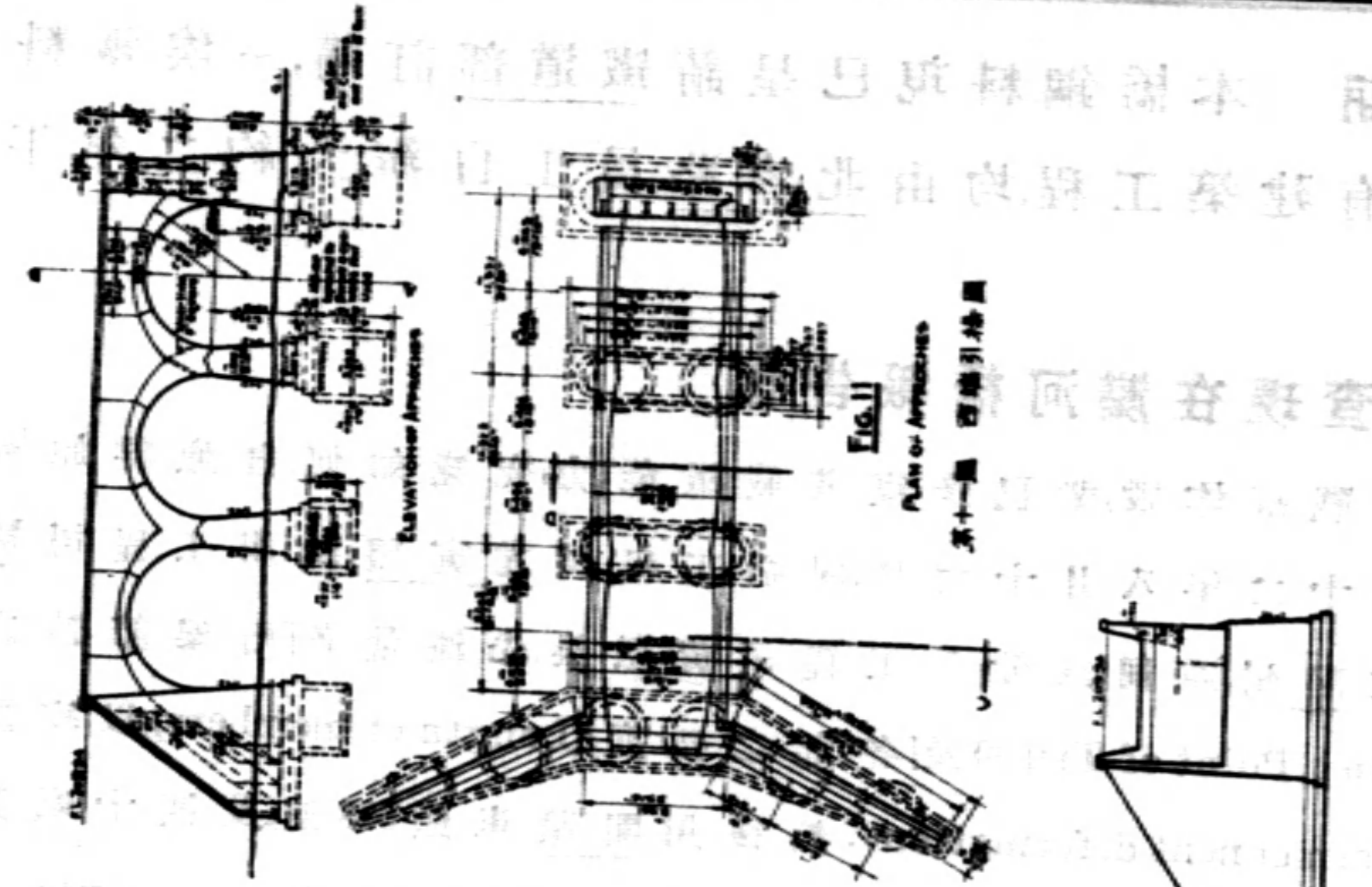
用托式鈹樑。

新橋之載重能力 依照鐵道部所頒之鋼橋規範書，正綫橋樑之載重，應為古柏氏載重量 E 50 號。其機車之長度，不過 56 呎。近來機車隨設備之改進，車身亦逐漸增長，國有各鐵路現行之機車，均約有 70 呎之身長。本路擬定機車式樣，其長度增至 86 呎，是以軸重雖與古柏氏 E 50 號之軸重相等，而該新式機車，影響於橋之撓力剪力則有超過之處。以本路新式五十號機車，與古柏氏載重 E 50 比較，在 80 呎以下之跨度，其撓度較小，在 80 呎以上之跨度，其撓度較大。是以本橋為將來計，須以古柏氏載重 E 50 為標準，非欲變更部頒規範書之載重量，實為本路運輸能力上所必需也。

鈹樑之設計 鈹樑設計所依據之載重如下：軌道重量每呎 500 鎊；列車載重量為古柏氏載重 E 55 號；衝擊力係按照部定公式 $I = S \frac{30000}{30000 + L^2}$ 計算。各項應力參閱第四圖。鈹樑最經濟之高度為跨度 $1/8 - 1/12$ ，茲所選定者則為 $1/10$ ，計高 10 呎。腰鈹不得薄於淨高空之 $1/200$ ；今上肢與下肢如用 8 吋寬之角鐵及 12 吋寬之夾鈹，則其淨高為 96 吋，故腰鈹厚度不得小於 $31/64$ 吋。又肢鈹截面以不超過肢部全部截面之 60% 為度。各部份之截面乃按照撓力及剪力求得（參閱第五至第七圖）。

橋基之設計 用氣壓法建築橋基所需之設備，北寧路大體齊全；在路員工，亦有熟悉此項工作者。故橋基擬用氣壓法建築，以求駕輕就熟之效。氣壓沉箱之頂鈹，及座緣 (Cutting Edge) 與工作室 (Working Chamber) 之內牆，均用鐵鈹及角鐵。其餘部份則用鐵筋混凝土。為求該箱易沉起見，每墩用兩箱，俟其沉至堅硬地基，即行停止。兩箱各自沉妥後，再用鐵筋混凝土聯絡之，使成整個基座，而受橋墩。其詳細設計，參閱第八圖。

全橋造價 橋樑用普通鋼建築，共計 3570 噸，沉箱 387 噸，混凝土計 6280 英方；除軌道土方及遷移車站等項工程不計外，工料費預估約共洋 2,236,000 元。



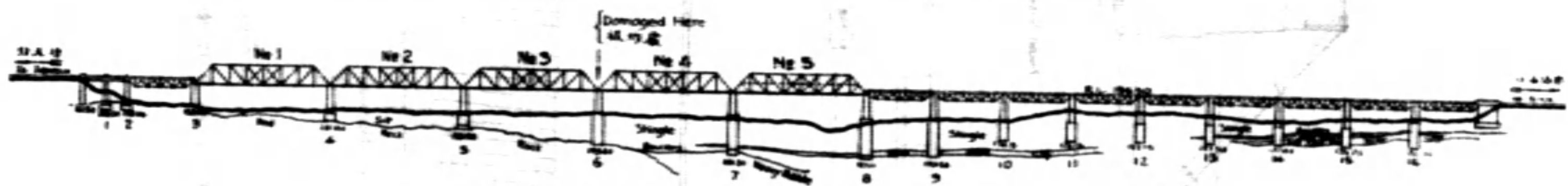
工作日期 本橋鋼料現已呈請鐵道部訂購，一俟鋼料運到，即可開工。所有建築工程，均由北寧路員工自辦，大約二年半，即可全部告成。

附錄檢查現在灤河橋報告書

灤河橋經戰事炸毀，業已修復，其載重能力，究竟如何，自應詳加檢查，以明真象。乃於二十二年八月十二日，同副工程司尤寅照，試用工程司黎錦燭，及工人等，前往灤州，並同該分管工程司黃恩果，先測量各「桁架節點之高度」(Elevation of Panel Point of Truss)，及「各部之長度」(Length of members)，以察該桁架有無「變態」(Permanent deformation)，然後用開灤車頭333號，及四十噸裝滿煤車五輛壓橋，再分別測量各桁架節點之垂度(Deflection of panel points of truss)，並用膠皮水管核對，以免訛錯。測量工作完竣後，乃詳細檢查各損毀以及修理部份，其詳細狀況臚列如下：—

(一)被炸桁橋部份

此次被炸之橋乃200呎長兩孔，由西端200呎橋算起，被炸處乃第三，第四孔之間。(參觀第十二圖)。



第十二圖 現在灤河大橋
FIG 12 EXISTING LAN-HO BRIDGE

- (甲) 第三孔之東南方斜柱 (End Post.) 被炸斷，業經唐山機廠修復，惟正在修理之際，敵軍強逼通車，致將南方第十七節點壓下5公分，修復時未能頂回原狀，所以南方第十七節點，較他處下沉，而斜柱亦較原來長度短2吋2分，但預計此種變態增加之應力，尚不致十分妨礙行車之安全。
- (乙) 第四孔西南方斜柱外觀，甚為完整，似無傷痕，但其中腰板之下端 (Lower part of central web plate of end post.) 被炸力震彎，失去抵抗能力，唐廠修復時，未能注意。試觀垂度圖指示，第二十一節點低落於兩端支點平行線之下，即知該斜柱抵抗能力之不足。應將該斜柱中腰板，速行更換一段，以保行車之安全。其擬更換方法，參觀詳圖。
- (丙) 第四孔西北方之斜柱下端南面一部，曾被炸傷，業經唐廠修復，尚可勉強維持。

(丁)第三孔東方之兩活動橋座,及第四孔西方之兩呆橋座,均被炸裂。現經唐廠用鐵板拴牢,尙可勉強行車,惟更換該橋座,至爲困難,似應於各裂痕尖端,鑽一淺小孔,藉測該裂痕是否增長,如不增長,尙可照舊維持現狀,否則即應設法更換。再活動橋座尙用漆布包裹,藉免塵土內積,致礙轉動,今該漆布毫無,應速修復,否則該轉動輾軸,勢將失其靈活,而橋梁不能伸縮自如,更受分外之應力,殊爲危險。

(二)被炸托軌梁部份

第三孔東端之橫梁及直梁半截,第四孔西端之橫梁及直梁半截,炸毀部份,業經唐廠更換新料,修復原狀。惟第三孔東端第二橫梁腰板,炸有孔眼,雖經唐廠用兩夾板鑄妥,但腰板與肢角鐵未能聯妥,不能接受撓率力,應速加添夾板,以保安全。其擬修理之法,請參觀詳圖。此外第三孔東端直梁之花架,少一角鐵,及一角鐵拆斷,亦應從速更換及修理之。

(三)其他受傷部份

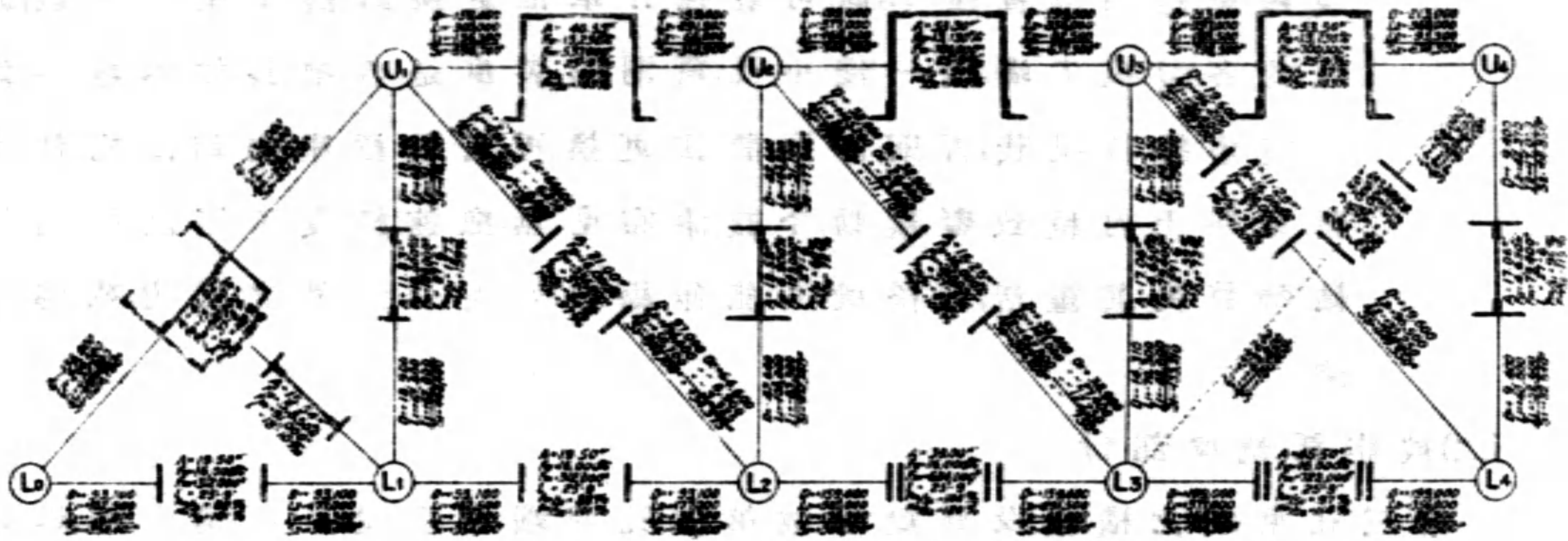
第三孔東端之二根斜柱,及第四孔西端之兩根斜柱,均曲歪不直,而以第三孔東南之斜柱爲甚。此種曲歪狀況,往往發生撓率力,而加重該柱之担負,當按合組力法(Combined Stress)計算之。其應力超過柱之抵抗力,約十分之一。設法加固,困難亦多。茲擬每三個月測量一次,藉觀該柱之曲歪度數是否增加,以策安全。此外其他彎曲部份,如各橋桁架下肢(Lower chords of truss)多屬彎曲,但均受拉力,除禦風力稍受影響外,無關重要。其彎曲最顯著處,爲第三孔東南角之下肢。此外橫梁,在第廿一,廿二,廿九,卅二,卅三,卅四節點處,上肢角鐵,均被摔片石時打彎。好在靠近立柱尙不致有十分影響,其抵抗撓率力,可暫置不問。其第四孔之下肢拉板(Eye bars)上緣均有戮痕,深約1分,尙無十分關係。

(四)橋上軌道(從略)

(五)橋梁之拱度及垂度

該橋建築時,其計算載重量,與近今之載重量稍異,故各部之抗抵力有超過載重之壓力者,亦有不及者(參觀第十三圖),是以橋梁之變態,未能悉符當日設計時所求之拱度。往往最高之點,不在橋桁架之中心(參觀第十四圖),因而橋梁之垂度,亦未能合乎學理上所需之數。其實地用機車壓橋所獲之垂度,除數節點外,雖未超過由學理上計算之數,但其中心節點之垂度,均在橋兩端支點平行線之下(參觀第十四圖)。

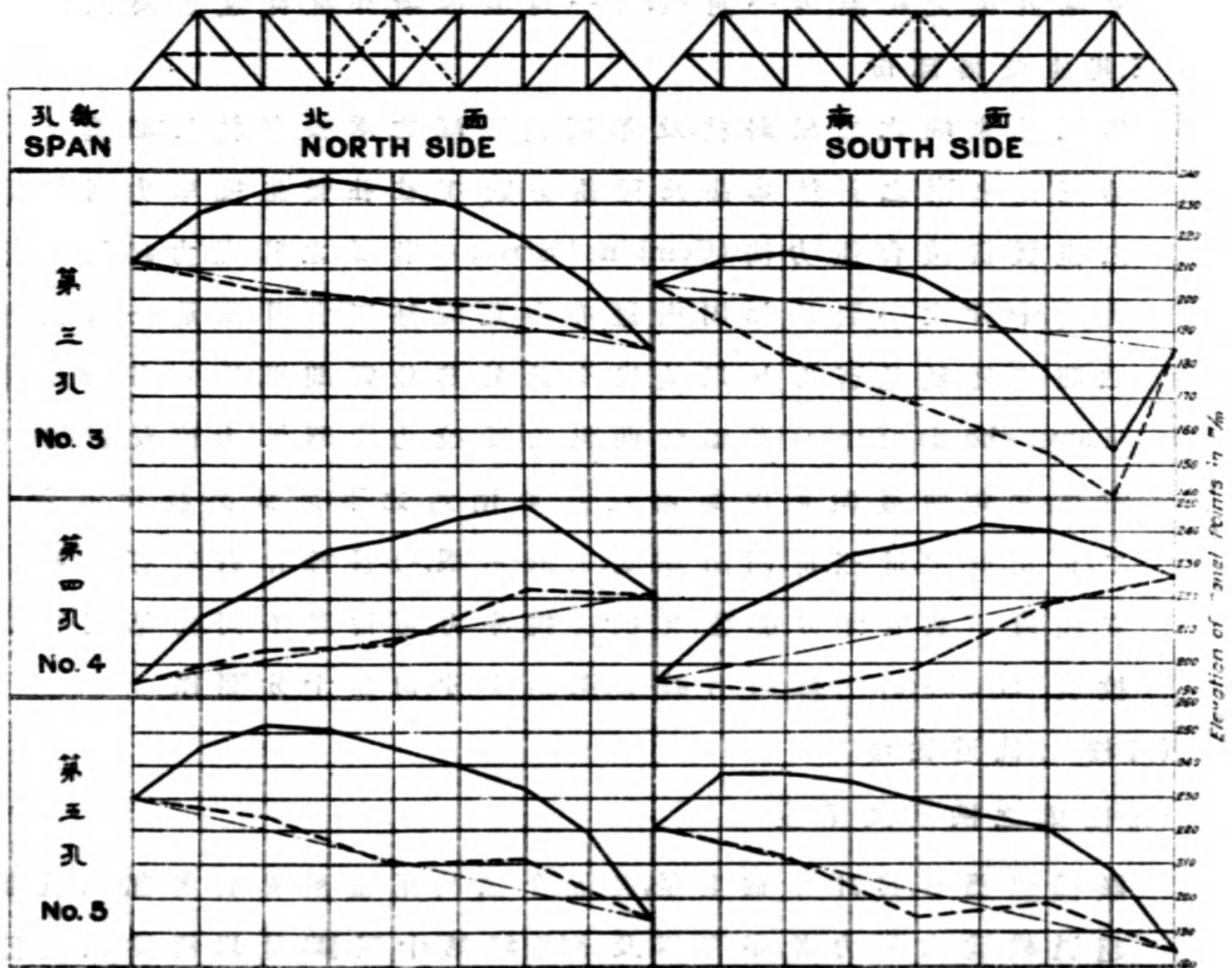
第十三圖 灤河舊橋 200 呎桁架應力之比較



NOTE: S₁-Stress due to D.L. and L.L.E.95 double headed, with impact.
 S₂-Stress due to D.L. and L.L.K.M.A engine 300 class single headed, with 1/2 impact
 * This member composed of 2 flat plates without bolting or tie plates connecting together
 its r=0.2545 and I=1926, So no compressive stress could be carried

二百英尺桁橋應力比較表

FIG. 13 COMPRISON FOR STRESSES DUE TO DIFFERANT KINDS OF LOADINGS AND THE STRENGTH OF MEMBR, 200 FEET SPAN



NOTE: — Indicated Camber
 - - - Deflection
 . . . A Straight Line joined two Supports of bridge

灤河大橋式百尺桁架之拱度及垂度圖

FIG. 14 CAMBER & DEFLECTIONS DIAGRAM

第十四圖 灤河舊橋 200 呎桁架之拱度及垂度

圖中實線示桁架之拱度,虛線示桁架之垂度,點畫相間線為兩支點之直聯線。

(六)規定機車速率

該橋若按部定衝擊力公式，精密計算之。其載重能力，不過古柏氏 E18.8，約合本路現行雙頭機車，拖四十噸車輛之半數而已。但按本路現時行車狀況，以開濶 300 號單頭機車，拖四十噸煤車，並其衝擊力按照部定公式半數計算之，其載重能力，祇及百分之六十六餘。似此橋梁如是之薄弱，危險殊甚。是以機車過橋之速率，不得不深加研究。蓋速率過大，衝擊力因之增加，橋梁力難勝任。速率過小，衝擊力雖可減少，但拖重量煤車，勢難駛上橋東二百五十分之一之坡度，非減少車輛不可。必也求一適宜之速率，於行車之安全，以及拖重之能力，兼籌並顧之。細核該項機車，駛過 200 呎橋梁，其衝擊力最大之危險速率 (Critical Speed)，約每小時行卅一公里餘。今將其衝擊力減至半數，則行車之速率，每小時應不得超過十公里，始保安全。

(七)其他弱點

- (甲) 該橋第三根斜條 (Diagonal) U_2L_3 (參觀第八表) 應受反應力 (Reversed Stress)，而該反應力為壓力。以兩拉板而受壓力，為事實上所不許，此弱點之一也。
- (乙) 下抗風花架 (Lower Laterals) 接於下肢中心，而該下肢為兩拉板，毫無抵抗撓率力，此弱點之二也。
- (丙) 上抗風花架 (Upper Laterals) 非徒薄弱無力，且其過樑 (Sway Bracing) 祇一工字梁，釘於上肢之上，不能阻止兩邊桁架之搖擺，而增加衝擊力。此弱點之三也。
- (丁) 該橋靠近車站，倒車掛車，均須駛行橋上。機車扳風開時，往往發生推力 (Horizontal thrust)，而下抗風花架不能傳此推力至橋端，此弱點之四也。

以上乃笨笨之大端，似應加以改善，以策安全。但以該橋設計之陳舊，又屆更換之年齡，且本路車輛之重量，又逐漸增加，是以為一勞永逸計，不如更換新橋之為愈也。

津浦鐵路黃河橋

吳益銘

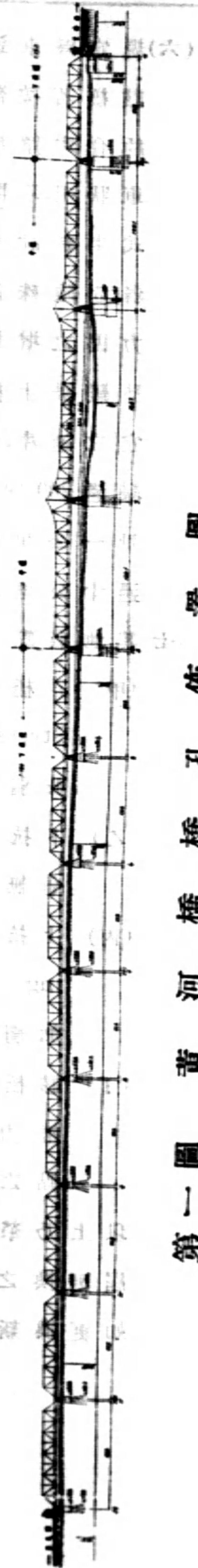
(一) 橋梁概述

津浦鐵路黃河橋之橋址，在濟南車站迤北6公里之濰口鎮附近。橋之組織，計有普通單式橋桁9孔，在北岸者8孔，南岸者1孔，每孔長91.5公尺，係屬引橋；又有三孔伸臂橋桁，長420.9公尺，是為跨水橋孔。南北兩岸橋墩間之距離，為1,255.2公尺。伸臂橋桁，位置水平，而單式橋桁，則具有1:150之坡度。在伸臂橋桁上之軌頂，為海平(+)
40.5公尺，在高水位以上約8公尺，低水位以上約12公尺，橋孔佈置如第一圖。

所有橋桁，均係鉚合之下承華倫再分式，上下肢平行，中心相距11公尺，惟為增加橋桁在第2及第3號橋墩上之高度至20公尺起見，在該兩號橋墩附近之上肢，則作弧形。

橋桁之中心距離，為9.4公尺，可供敷設標準軌距雙綫軌道之需，惟今則僅在橋之中央敷設單綫軌道。橋桁各部僅按單綫設計，將來改雙綫時，須另行加固，其計劃詳見於后。

當津浦路借款草約議訂之後，在1901—1903



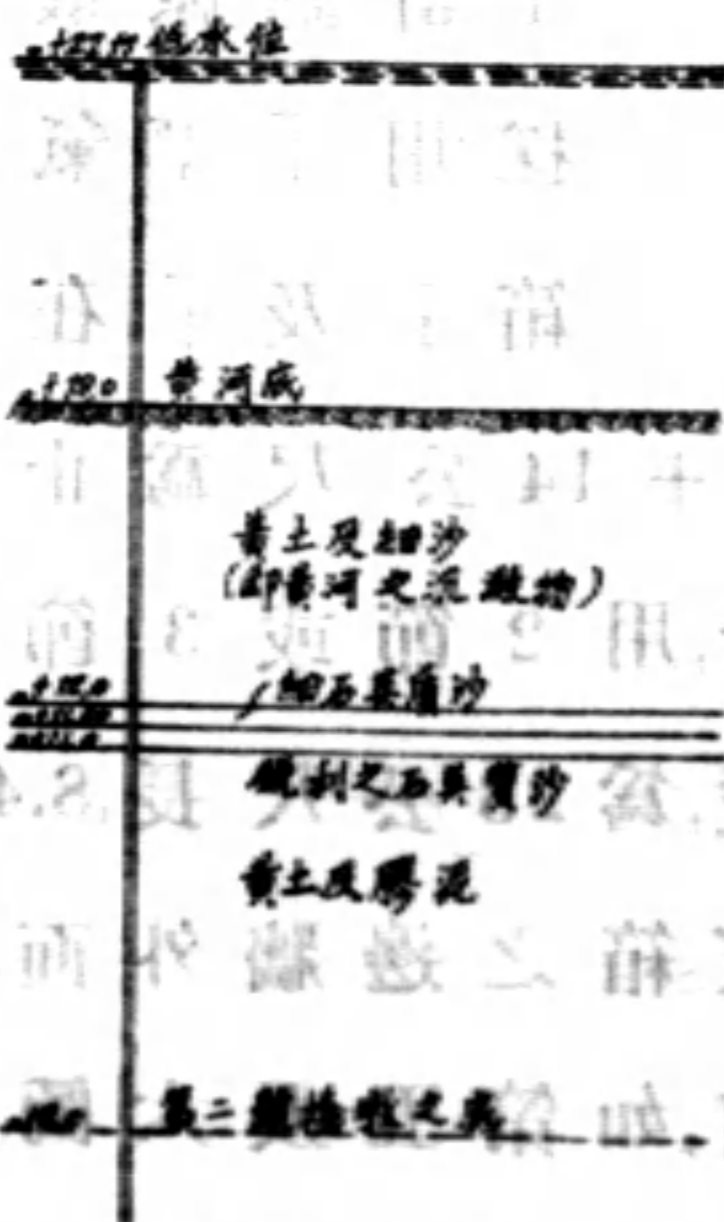
圖一 第一圖 黃河橋孔佈置圖

年間，德籍工程司曾於濟南附近黃河上下游 180 里間，逐細測勘，并在灤口鎮左近，鑽探地層，認為在此處建橋，最為適宜。迨本路開工建築，德國孟阿恩橋樑公司，(M. A. N.) 根據上述測量之結果，按照河流情形，地層狀況，擬具計劃，建橋 21 空，共長 1271 公尺，得標承辦，於公歷 1908 年八月，由津浦路與之簽訂合同。詎料工興之後，魯省官紳以按照該公司所擬計劃，在灤口建橋，阻滯河流，潰決堪虞，認為有減少橋墩，增加跨度之必要，迭經開會討論，詳加研究，而橋樑公司亦數易計劃，容納各方意見，始於 1909 年八月決定採擇如現在橋孔佈置之計劃，而橋工向因橋孔問題之未決定，旋作旋輟，毫無成績可言，自是始克正式進行，至民國元年十一月告成。歷時四載，全部費用計合庫平銀 4,545,600 兩。

津浦路黃河橋，在國有鐵路之橋樑中，為特殊之建築，其伸臂橋桁之設計饒有興趣，且將來改敷雙軌，加固橋桁之計劃，亦頗有研究之餘地，至於建築橋基之經過，更不乏可供參考之資料，爰就公私記載，撮要述之。

(二) 下部構造

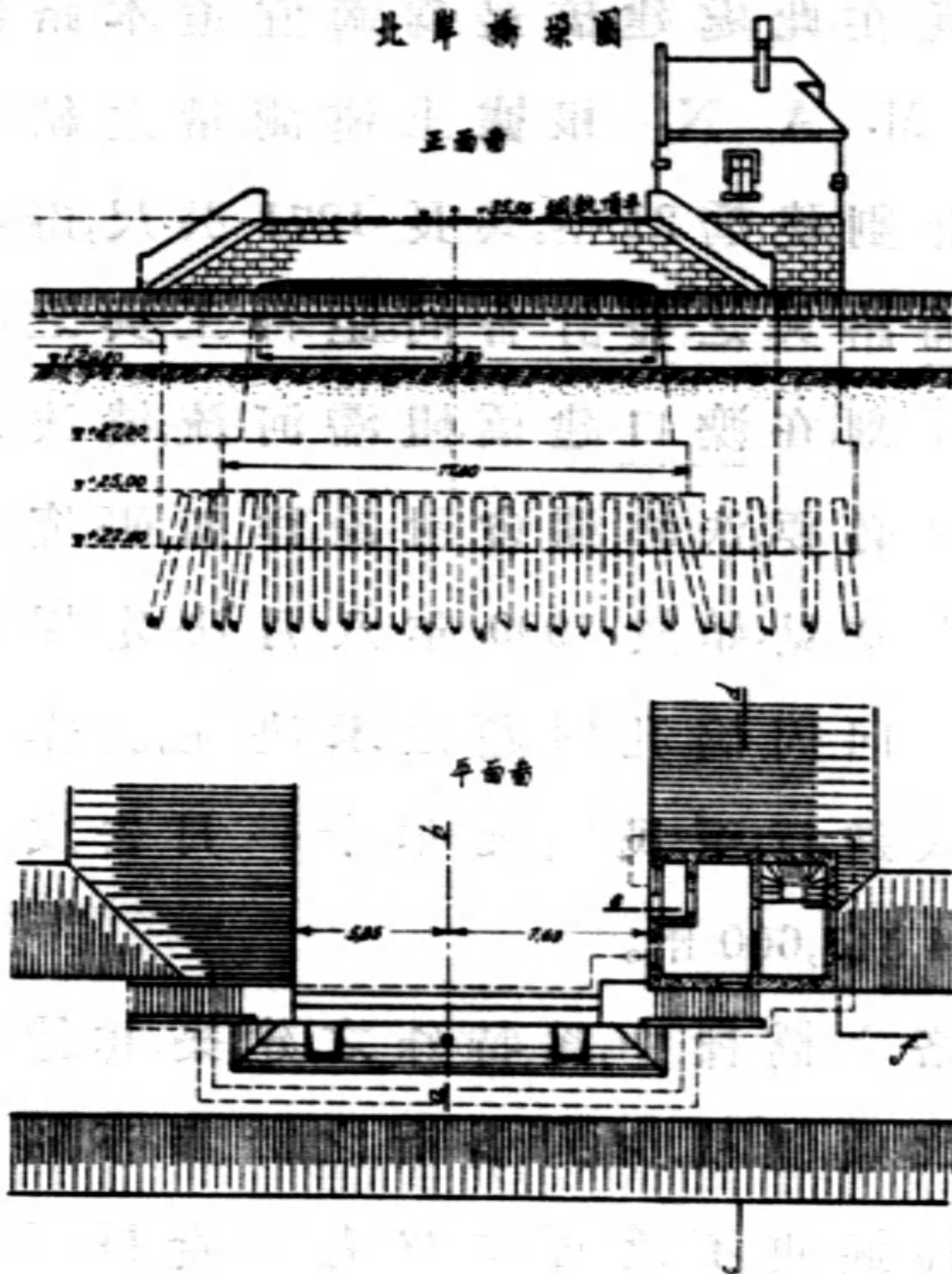
第二圖
地層示意圖



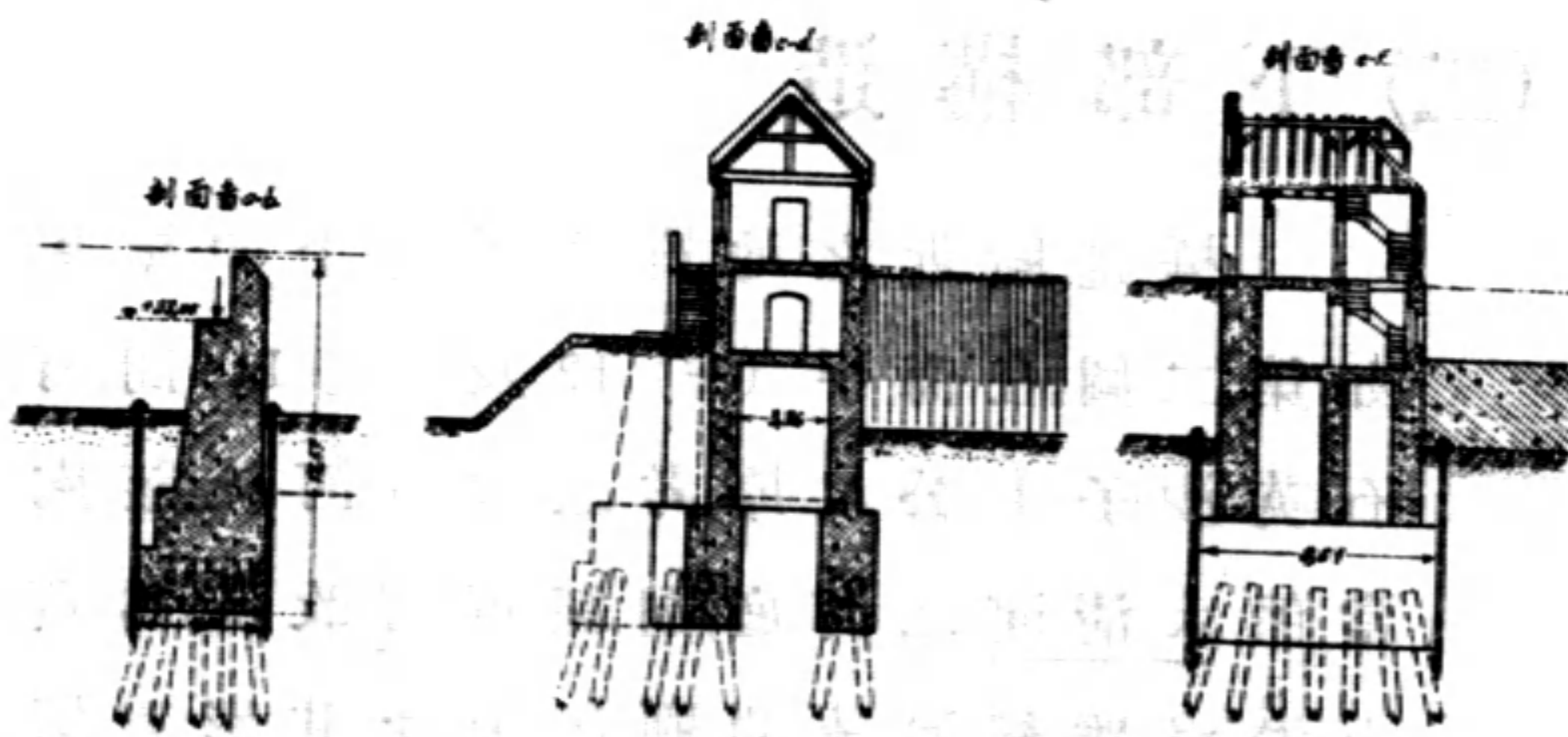
橋址附近之地質，係屬黃土沖積層，如第二圖。在海平 (+) 12 及 (+) 11 間，有石英沙子 1 公尺厚，考之古道河流，該處當係大清河之河底，嗣經黃河改流，為黃土淤沒，雖經河流冲刷，迄未受其影響，似無疑義，因之橋基之設計，悉以此項發現為根據。

下部構造，計分為：(甲) 南北兩岸之橋墩及引橋之橋墩(第 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 號)，(乙) 中洪之橋墩(第 1, 2, 3, 4 號)。橋墩橋墩之長度，均備作雙綫之用，係以 35 公

第三圖 北岸橋墩



第四圖 北岸橋墩剖面



分厚之石灰石,壘砌爲面,其中實以混凝土,如第三,及四圖。橋基建築之經過,分述如下:—

南北兩岸橋墩及引橋橋墩之地基建築方法,係於各該墩墩之周圍,先打板樁,次挖地槽,於中間打15公尺長之鋼筋混凝土樁使其下端達海平(+)
10公尺,復在樁頂之上,澆置混凝土,作爲底脚,其底平爲海平(+)
22.8公尺。

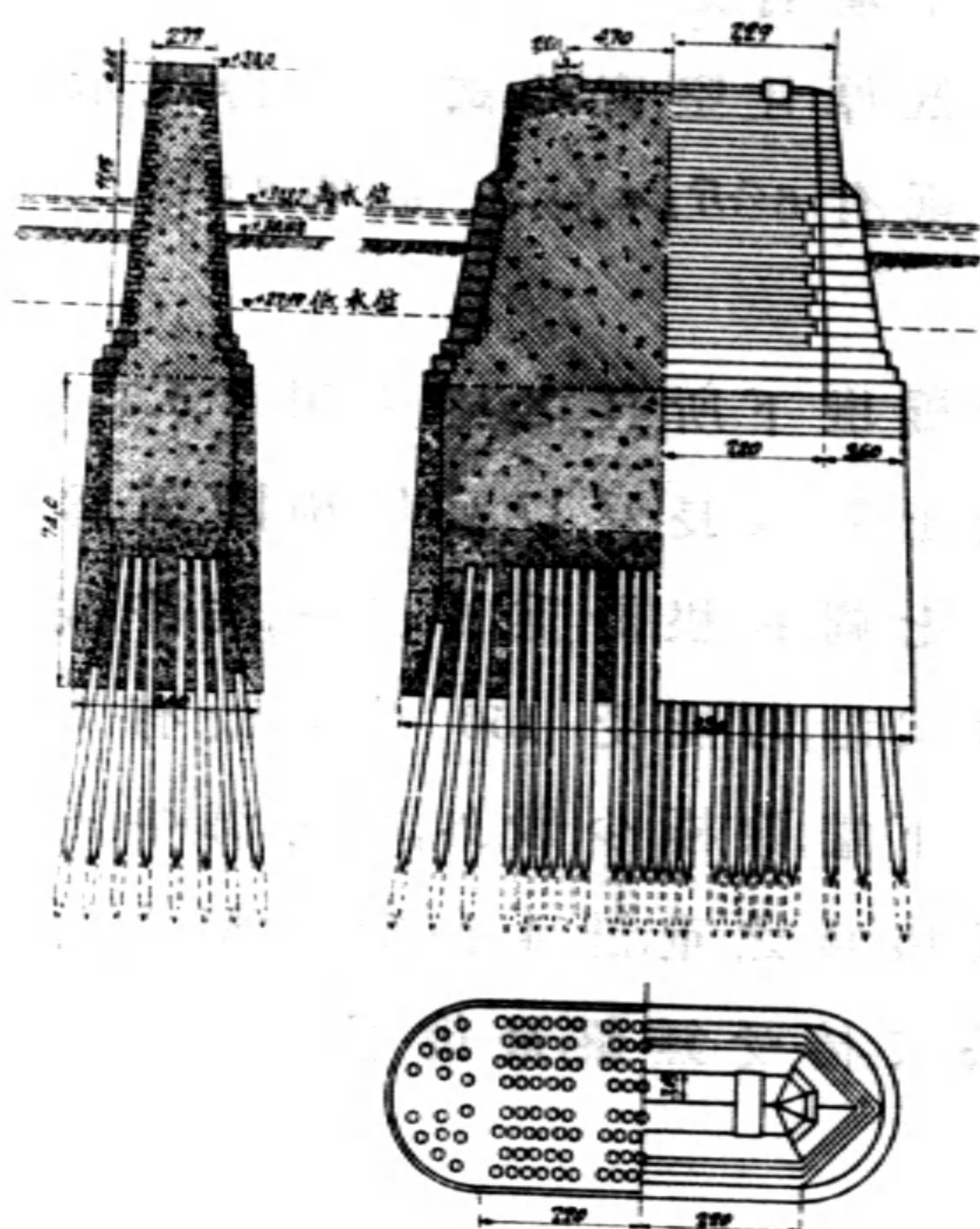
第 1, 2, 3, 4 號橋墩

均在中洪,而第 2 號橋墩之位置,又終年浸在水中,故此四座橋墩之地基施工計劃,原議均採用「壓氣沉箱」及「在氣箱內打樁」方法,且規定各氣箱一律沉至海平(+)
14公尺爲止。

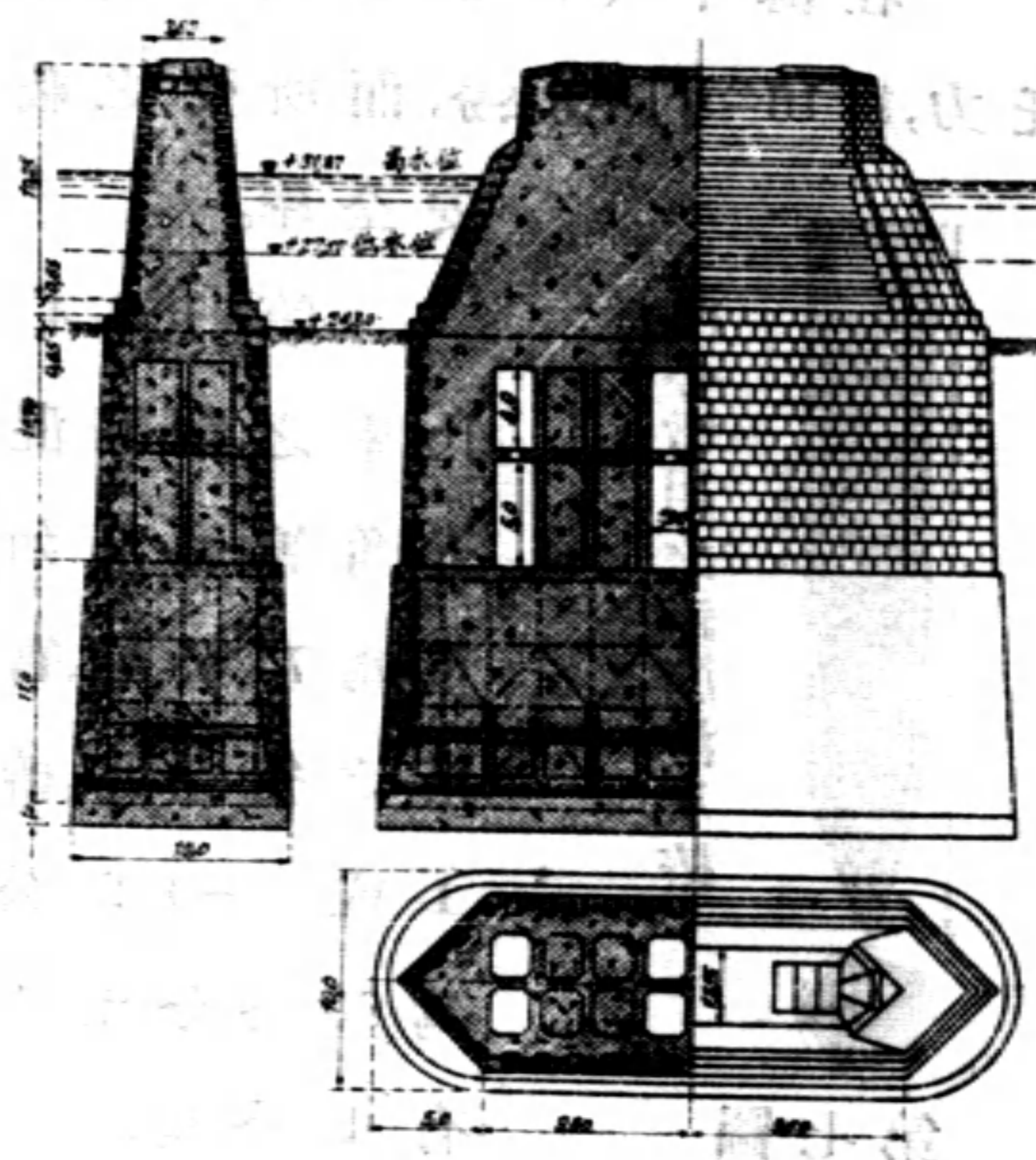
氣箱之形狀爲長方形之於兩端附半圓者,用 2 節或 3 節之鋼板鑲接而成,其底部之尺寸,在第 1 及第 4 號,爲 23 公尺長,8.4 公尺寬,在第 2 及第 3 號,爲 29.2 公尺長,10 公尺寬。箱之邊牆外面,具有 1:20 之坡度。邊牆夾層之內,係以混凝土填實,如第五及六圖。

第 1, 3, 4 號橋墩之位置,常在低水位以上,所用之氣箱,即從

第五圖 第一與第四號橋墩



第六圖 第二號橋墩



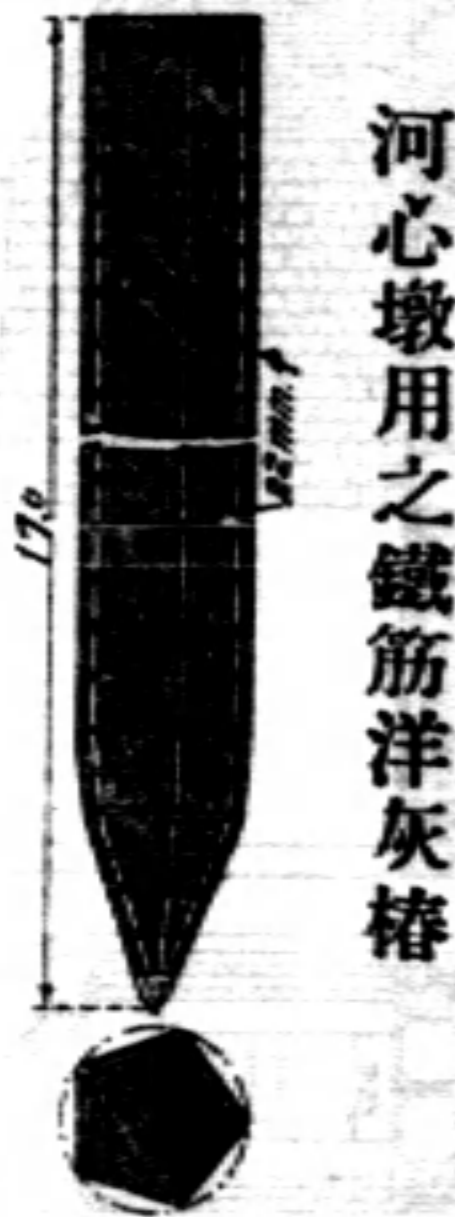
地面建起，挖去其中泥土，使之下沉。初用抽水機吸水，俟氣箱沉下3—5公尺後，以鋼板將箱頂封蓋，藉氣壓排水。繼續下沉，以達海平(+) 14公尺為止。彼時箱頂為海平(+) 28，適在低水位以上，乃拆卸箱蓋，裝置打樁機，從事打樁。

第2號橋墩之地位，常居水中，故氣箱須懸掛於預先做成之樁架，徐緩沉下。詎料正在進行中，忽逢1910年之洪水，上述樁架之樁，其深度雖有已達海平(+) 14公尺者，仍被水力沖起因之原定將氣箱沉至該海平之計劃，尚欠穩當，勢須增加其深度，始克保安。惟打樁機必須在氣箱之頂露出低水面時，方能操作，又氣箱底如果沉至海平(+) 14公尺以下，而再行打樁，則原有之打樁機，亦不復適用，加以深度愈增，抽水工作愈感困難。職是之故，第2號橋墩下打樁之原議，決定取消，逕將氣箱沉至海平(+) 2公尺為止，實以混凝土，作為底腳。

已經打樁之第1, 3, 4號橋墩，於壘砌墩身之際，續將各該氣

箱,沉至海平(+) 10 公尺,以免冲刷之虞,並於樁之上端,以鋼筋混凝土結蓋,蓋上之氣箱內部用混凝土填實之。

在海平(+) 2 公尺之黃土層,既厚且堅,實地試驗所得之承托力,為 16 公斤/平方公分,而所受之載重,祇有 6 公斤/平方公分,故有 2.5 倍之安全率。



第七圖

第 $1, 3, 4$ 號橋墩下所打之樁,係用 $1:1.5:3$ 比率之鋼筋混凝土製成,長為 17 公尺,橫斷面為五角等邊形,如第七圖。每根計重 6 公噸,准許載重為 75 公噸,實地試驗,乃能受 150 公噸,故有 2 倍之安全率。樁之下端,除極少數外,均達海平(+) 1 或(-) 2 公尺。樁錘之重,計 4 公噸。錘擊之高,為 60 公分至 1 公尺。樁受錘擊,最後下沉之數,僅有 1 公厘。

橋梁橋墩下用樁數量表

| 橋墩號數 | 南岸橋梁 | 1 | 3 | 4 | 5,6,7, | 8,9 | 10,11 | 北岸橋梁 |
|--------|------|-----|-----|-----|--------|-----|-------|------|
| 15公尺長樁 | 170 | — | — | — | 106 | 96 | 90 | 130 |
| 17公尺長樁 | — | 164 | 240 | 164 | — | — | — | — |

為防第 2 號橋墩萬一被河流冲刷起見,在低水位以下,於墩之周圍,排築木樁,將樁間之泥土挖去,實以塊石,並用混凝土結頂,以資堅固,如第八圖。

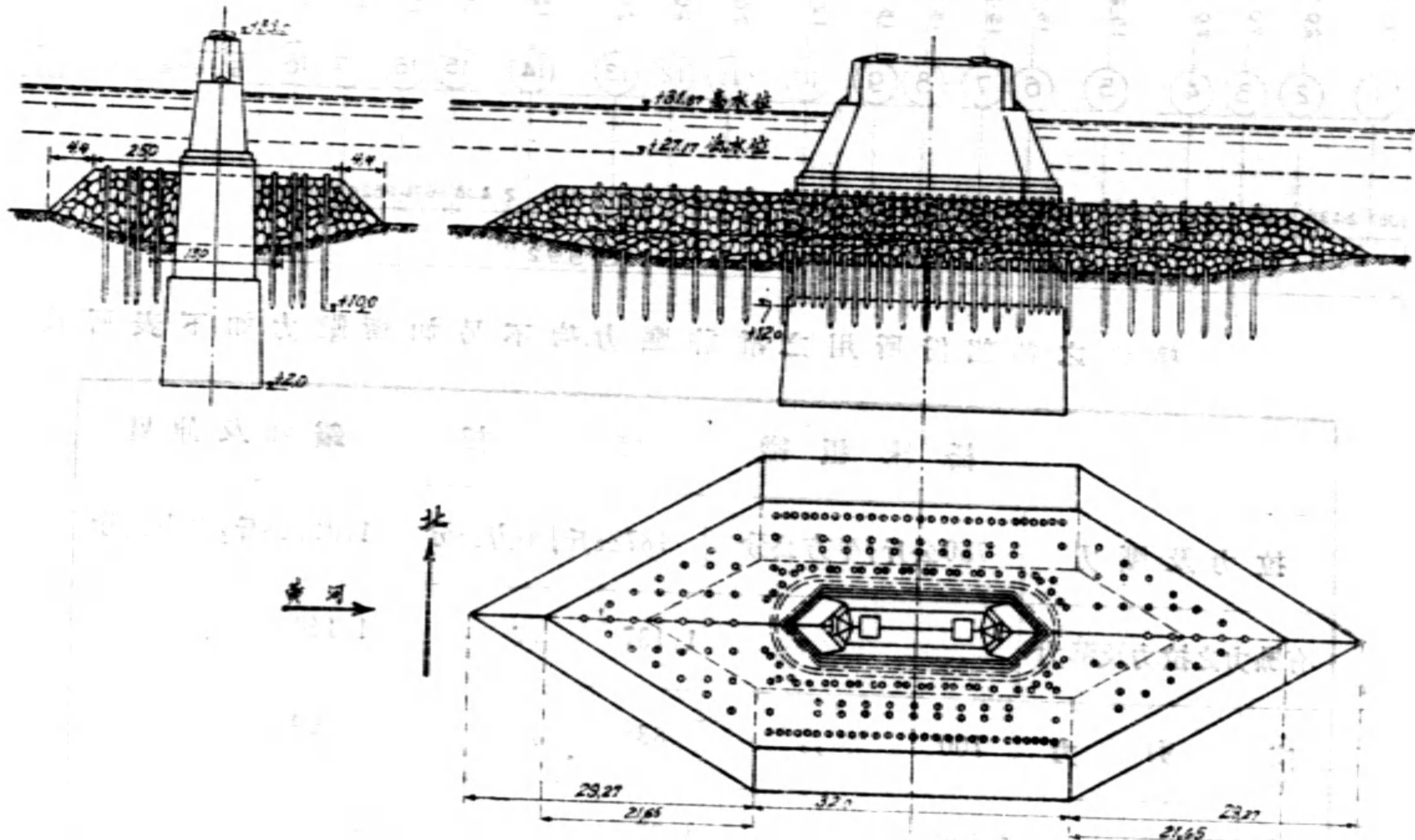
(三) 上部構造

黃河橋之上部構造,以伸臂橋桁之設計饒有興趣,略敘其要點如下。至單式橋桁,並無特異之點,茲不贅述。

伸臂橋桁,係以 128.1 公尺長之錨臂(Anchor Arm)二孔,各延展為 27.45 公尺長之伸臂(Cantilever Arm),及 109.8 公尺長之懸梁(Sus-

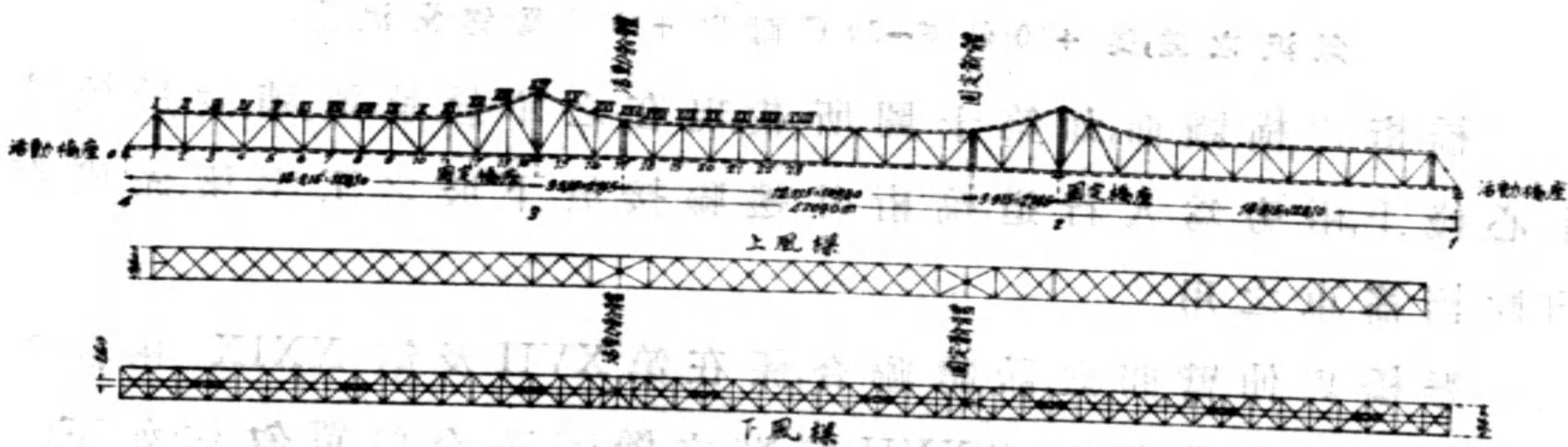
第八圖

第二號橋墩保護辦法



第九圖

跨水橋孔佈置圖

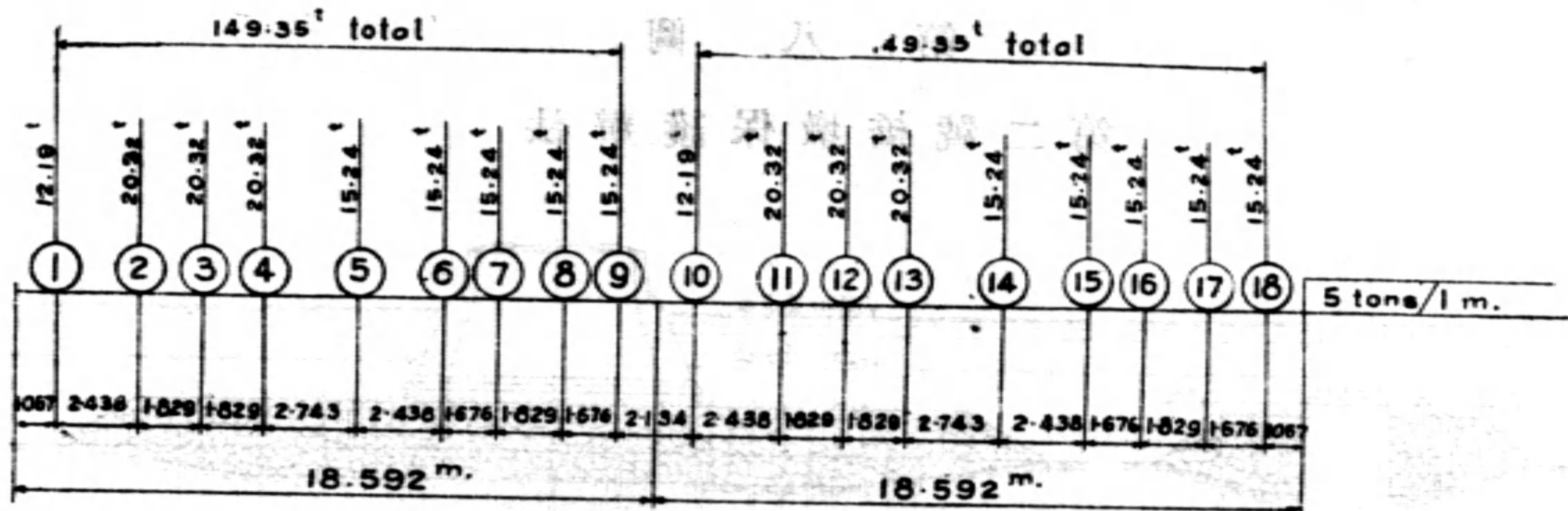


pended Span) 一孔組成,共長 420.9 公尺,如第九圖。按其佈置,係將伸臂之長度,定為懸橋跨度之 $1/4$, 伸臂與錨臂之長度比率甚小,因之在第 1 及第 4 號橋墩上所需要之錨具,可以省略。

該橋桁之設計條款,係照德國橋梁規範辦理,分列如下:——

靜載重 4,350 公斤/公尺

活載重 如下圖



構造之各部份所用之准許應力,均不另加衝擊力,如下表所載。

| | | 橋 床 組 織 | 懸 橋 | 鑄 臂 及 伸 臂 |
|-----------|-----|------------|------------|--------------|
| 拉 力 及 壓 力 | | 750公斤/平方公分 | 987公斤/平方公分 | 1,010公斤/平方公分 |
| 有風力之拉力及壓力 | | | 1,137 ,, | 1,160 ,, |
| 鉚 釘 | 剪 力 | 700 ,, | 888 ,, | 909 ,, |
| | 承 力 | 1,400 ,, | 1,776 ,, | 1,818 ,, |

風 力 在 無 活 載 重 時 250 公斤/平方公尺

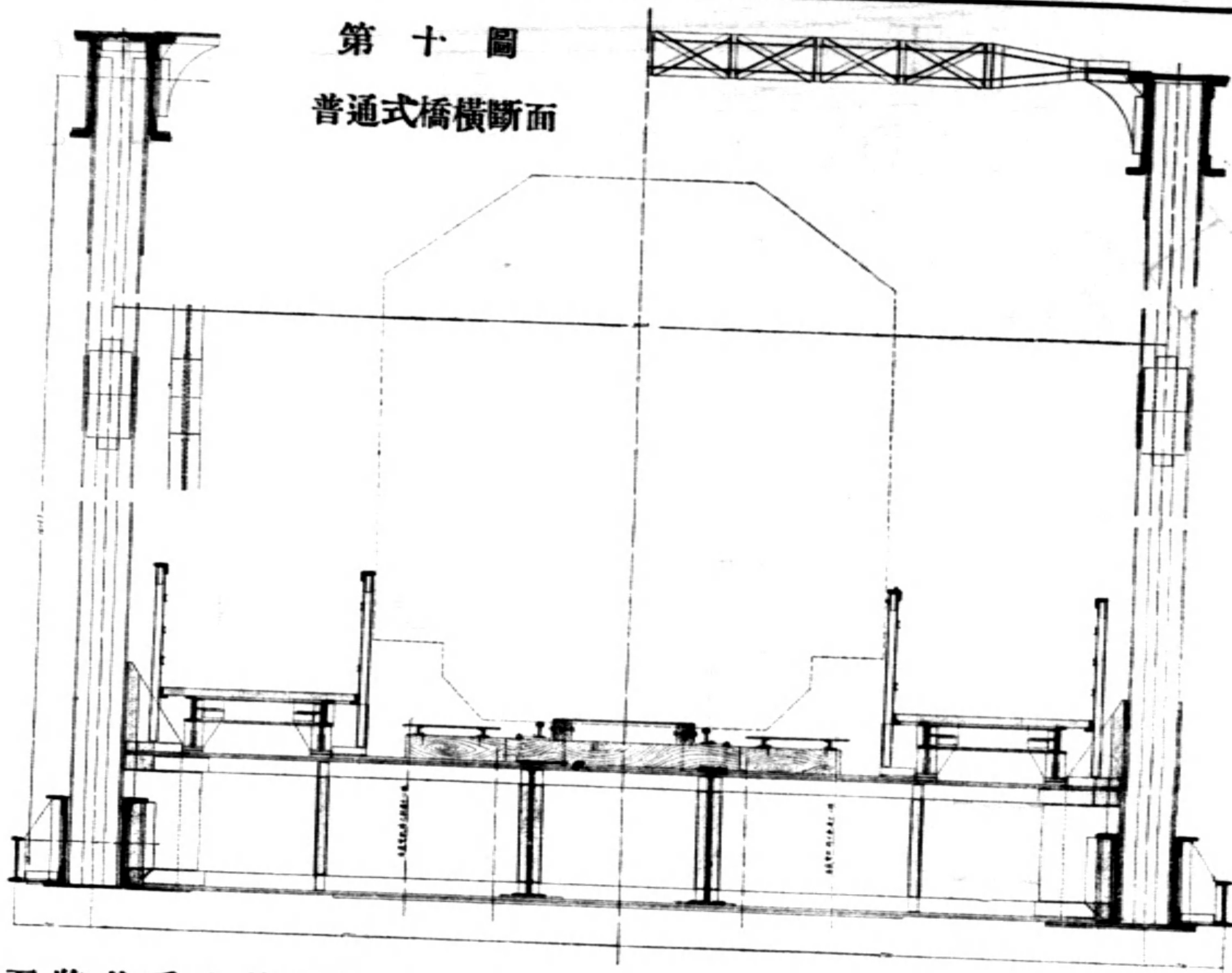
風 力 在 有 活 載 重 時 150 ,,

氣 溫 之 差,從 +50°C 至 -30°C,而 以 +10°C 為 經 常 溫 度。

橋 桁 之 橫 斷 面,如 第 十 圖 所 載。現 在 之 單 綫 軌 道,鋪 設 於 橋 之 中 心 綫 上,兩 旁 為 人 行 道。橋 桁 外 邊 聯 接 於 下 肢 之 工 字 梁,係 備 懸 掛 驗 橋 搖 車 之 用。

懸 橋 與 伸 臂 間 之 銜 體 聯 合,係 在 第 XVII 及 第 XXIX 兩 節 點,其 結 構 相 同,茲 僅 將 在 第 XVII 節 點 之 銜 體 聯 合,簡 單 敘 述 如 下:

懸 橋 之 上 肢 及 斜 肢,用 接 鈹 (Gusset Plate) 聯 結,在 接 鈹 之 間,設 有 隔 鈹 (Diaphragm),附 以 搖 桿 (Rocker),其 底 坐 於 擺 柱 (Pendulum Post) 上 部 之 球 形 樞 (Spherical Pedestal),此 擺 柱 則 藏 於 伸 臂 之 豎 肢 中。伸 臂 之 上 肢 斜 肢 及 豎 肢,亦 用 接 鈹 相 聯,套 在 上 述 懸 橋 接 鈹 之 外,可 以 相 互 滑 動。伸 臂 豎 肢 之 底 及 下 肢,有 接 鈹 聯 合,其 間 有 組 成 之 托 座,亦 係 球 形 樞,以 資 承 受 擺 柱 底 部 之 搖 桿。以 如 是 之 組 合,



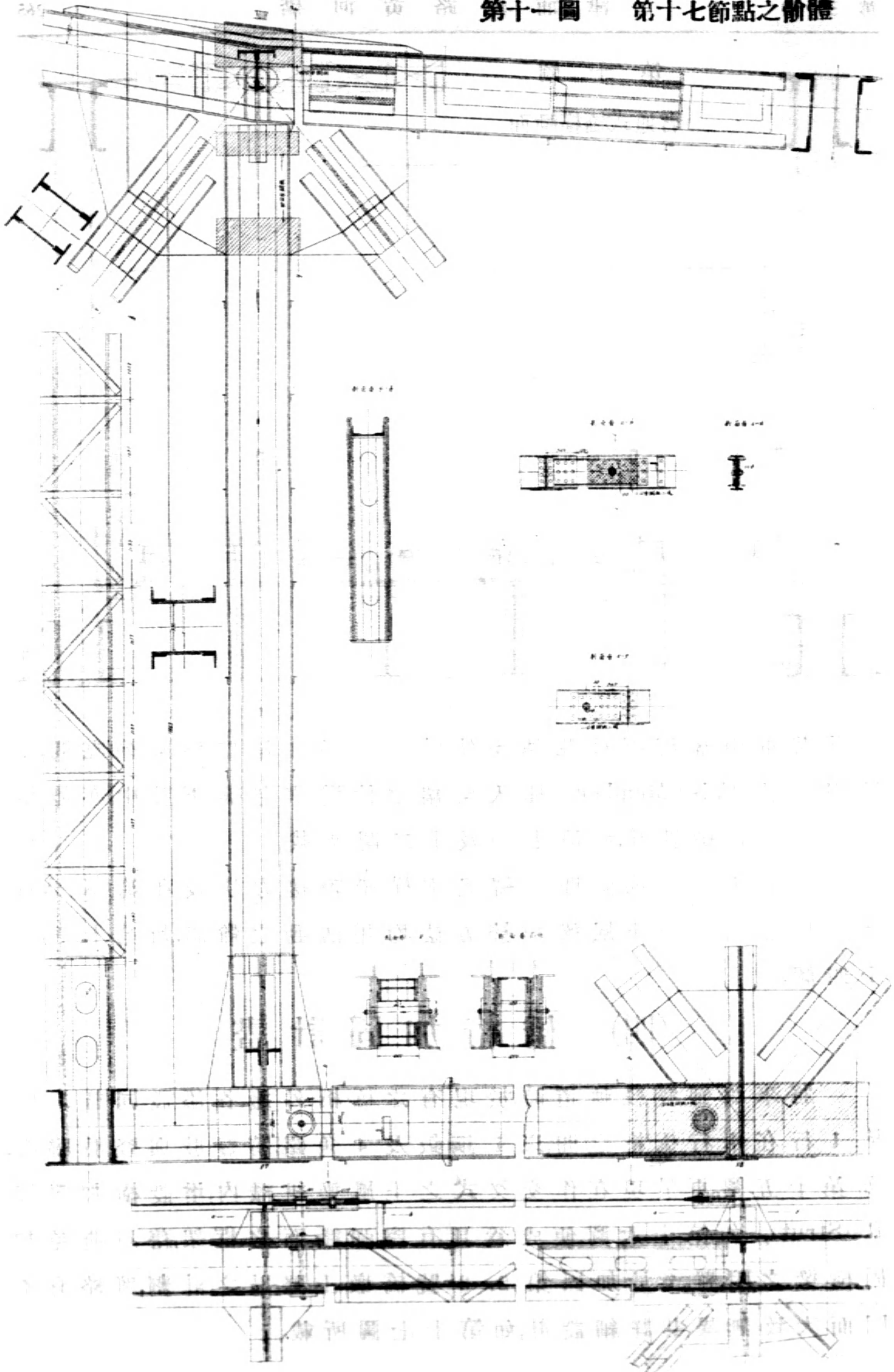
而將載重由搖桿擺柱遞傳至伸臂之豎肢。在第 17, 18 兩節點間，設備假下肢 (False Member)，插入兩端之伸臂與懸橋下肢中，亦能相互滑動。其詳細設計，如第十一及十二圖所載。

在第 17—18 節點間之縱梁與橫梁連接方法，及在第 X, VII 暨第 17 節點之上下風梁連接方法，均用活動之箭體，如第十三，及十四圖。

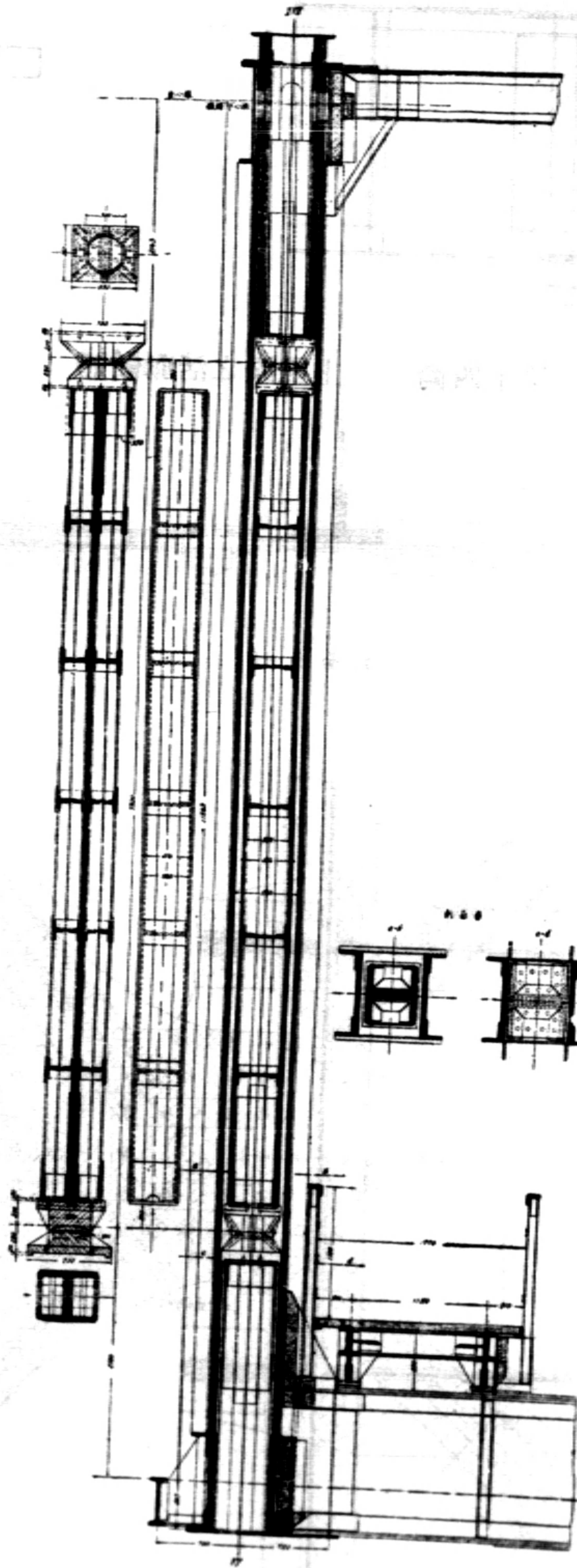
(四) 橋桁加固計畫

將來改鋪雙綫軌道時，於現有之橋桁外邊，各添設同樣之橋桁 1 行，在兩行橋桁之間，以 1 鋼板及 4 角鐵，將豎肢與豎肢聯合，如第十五圖。更於現在作交叉式之上風梁組織內，增設橫加勁桿 R (Strut)，如第十六圖，使成爲具有堅強斷面之框架，藉以避免加固橫梁之困難。至於加固第 2, 3 號橋墩上豎肢之計劃，雖略有不同，而大致無異，其詳細設計，如第十七圖所載。

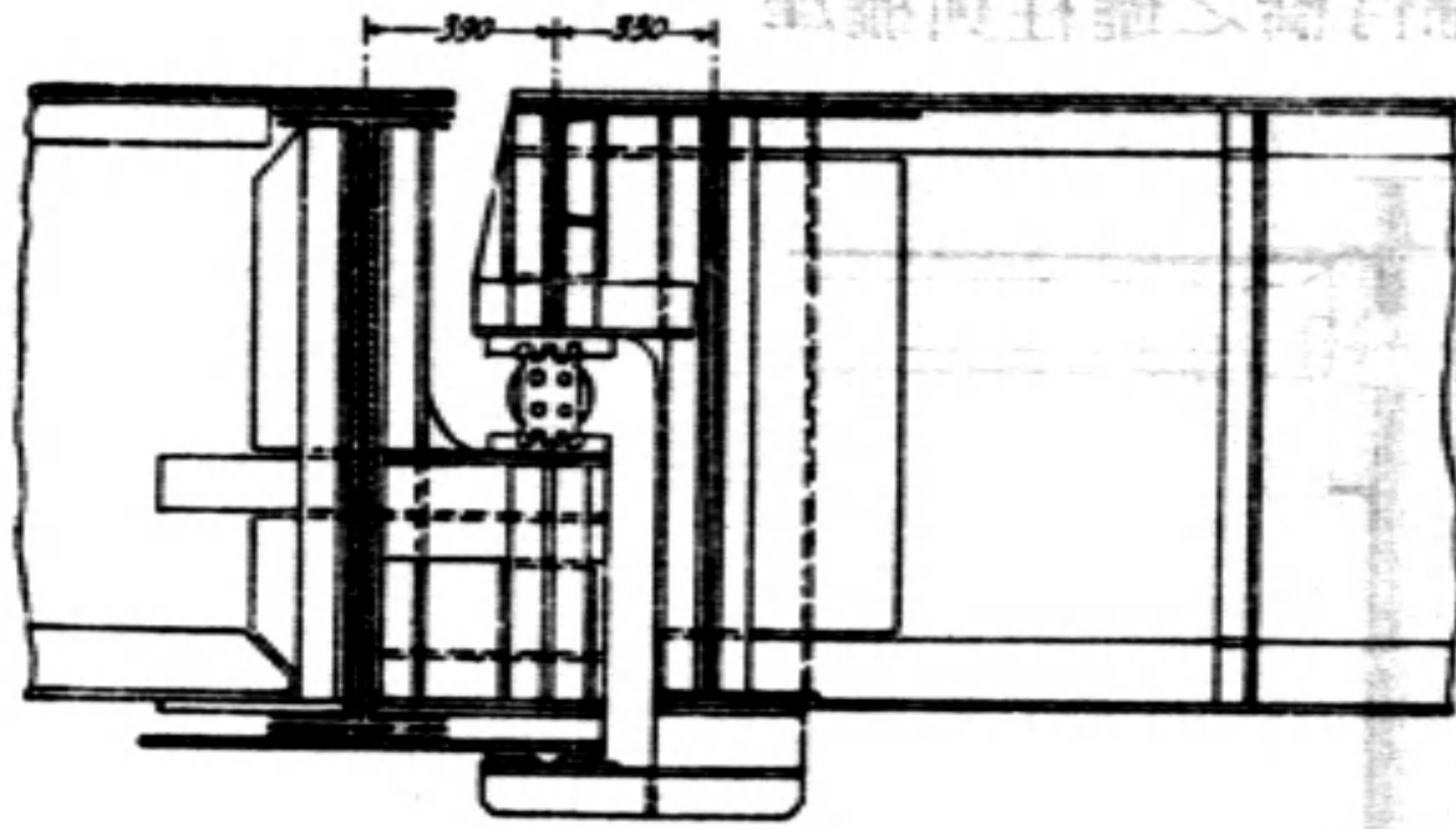
第十一圖 第十七節點之體



第十二圖 懸臂橋之擺柱與擺座

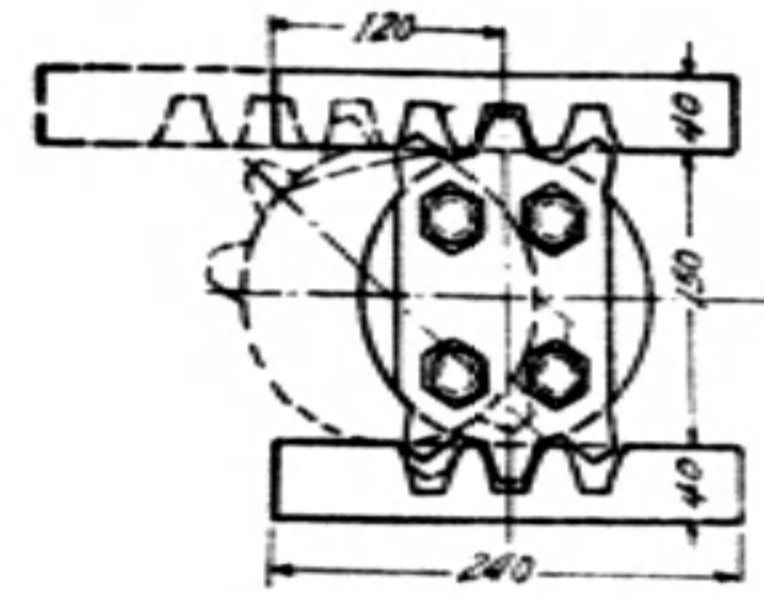


第十三圖 縱樑在第十七節點處之推動示意圖

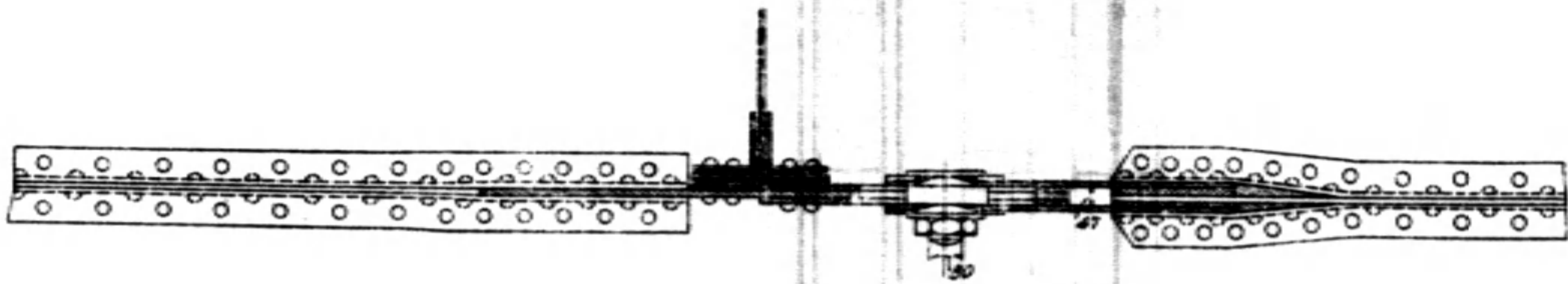


此點內掛置之鋼管懸 圖二十第

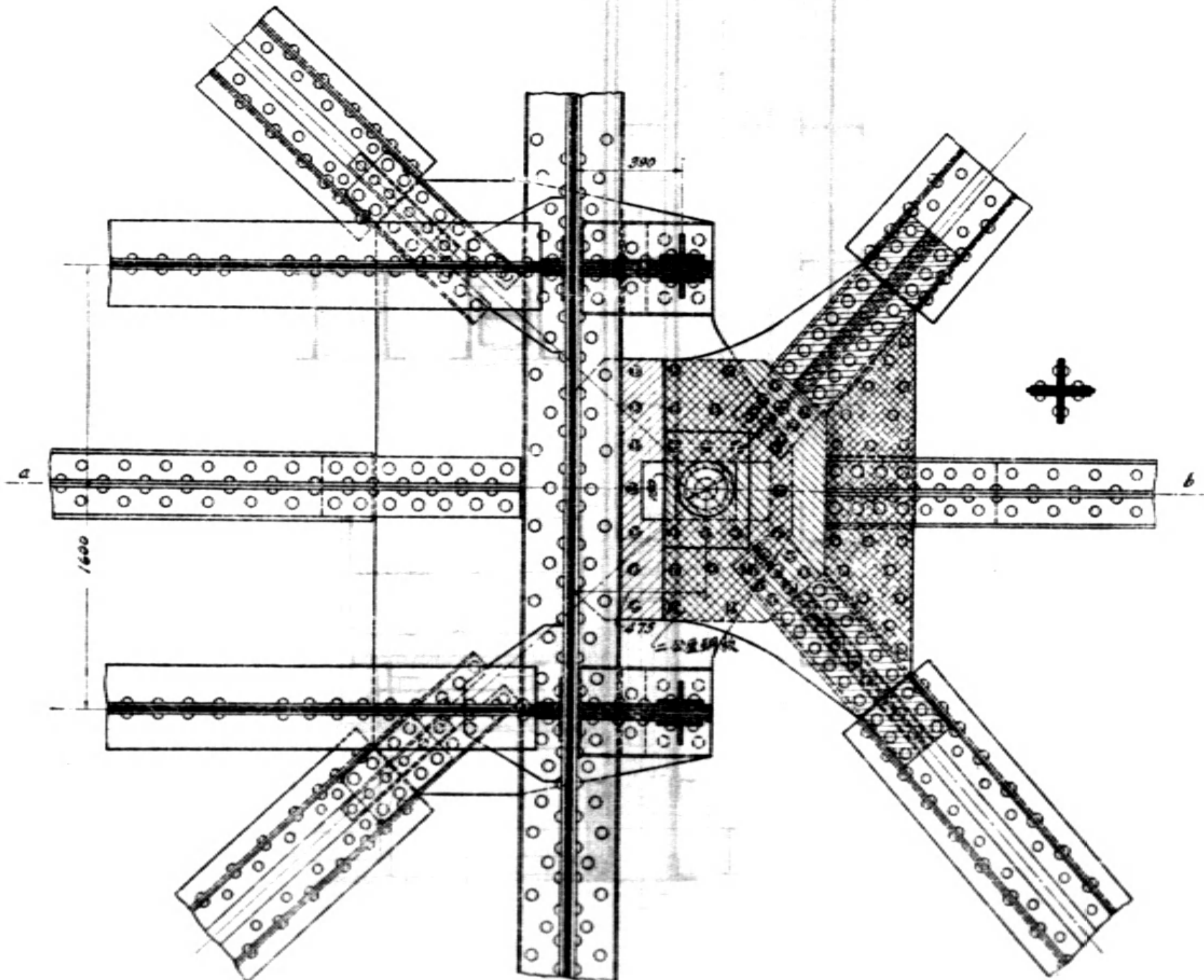
縱樑之軛座



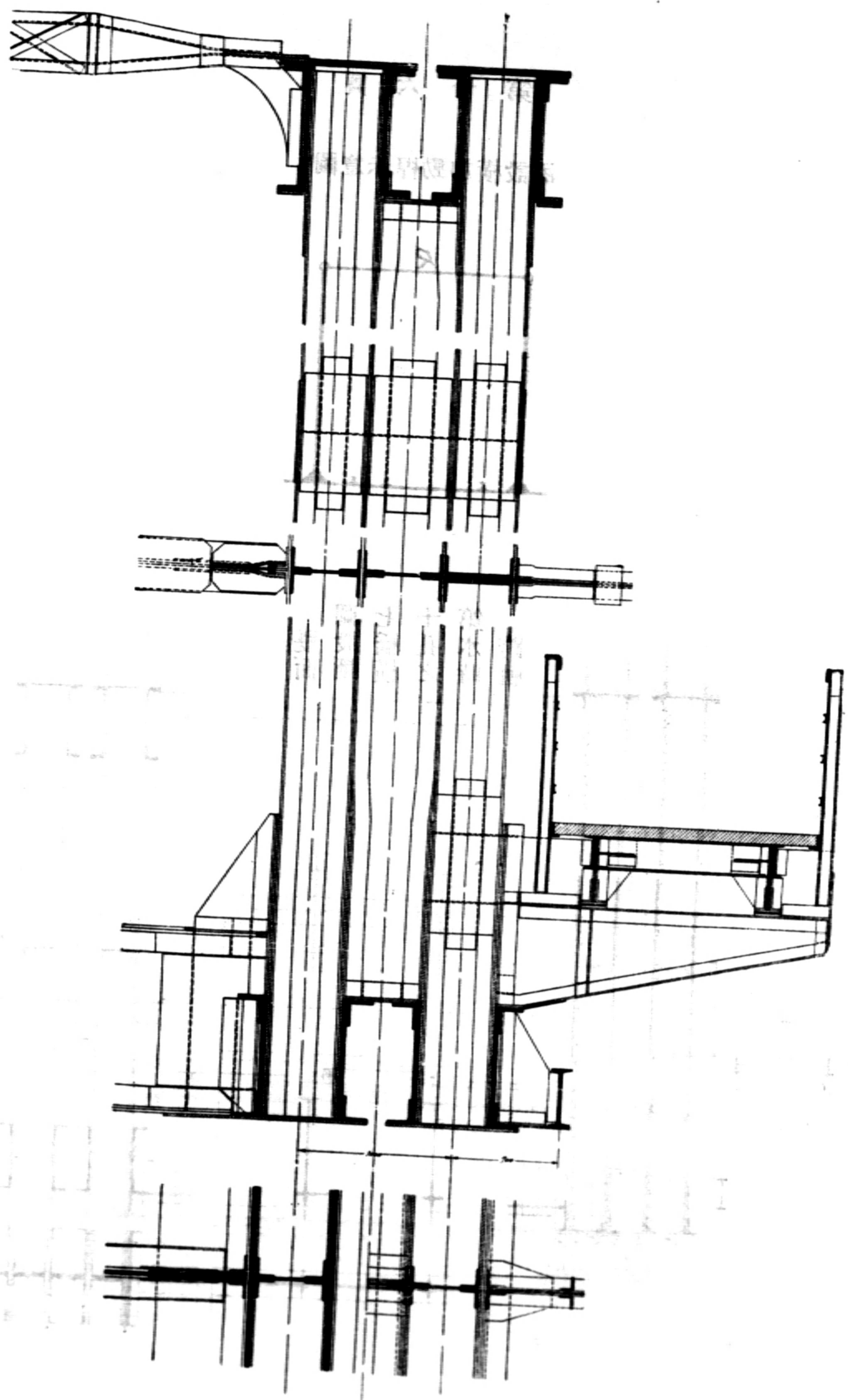
第十四圖 上風梁之活動軛體



剖面圖 a-b

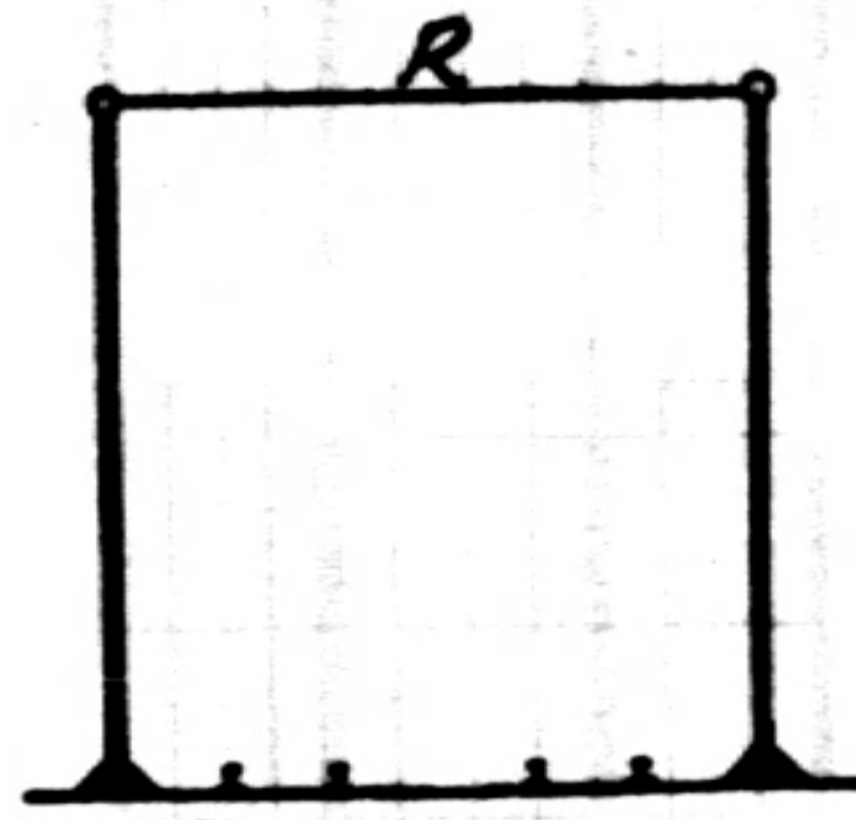


第十五圖 加固橋桁普通計劃

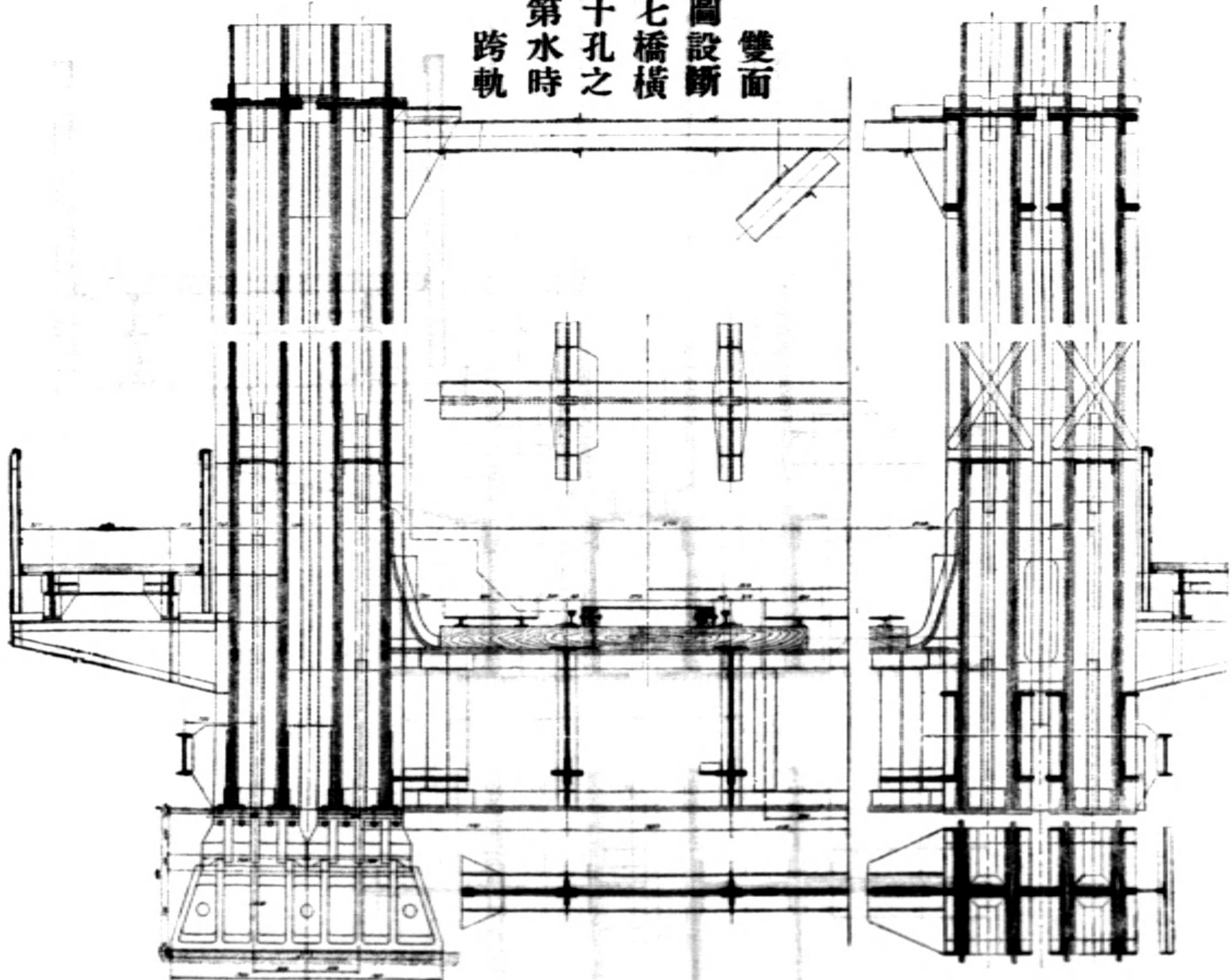


第十六圖

添設橫加勁桿示意圖



雙面
圖設斷
七橋橫
十孔之
第水時
跨軌



平綏鐵路幹枝各綫改善橋梁計畫

金 濤

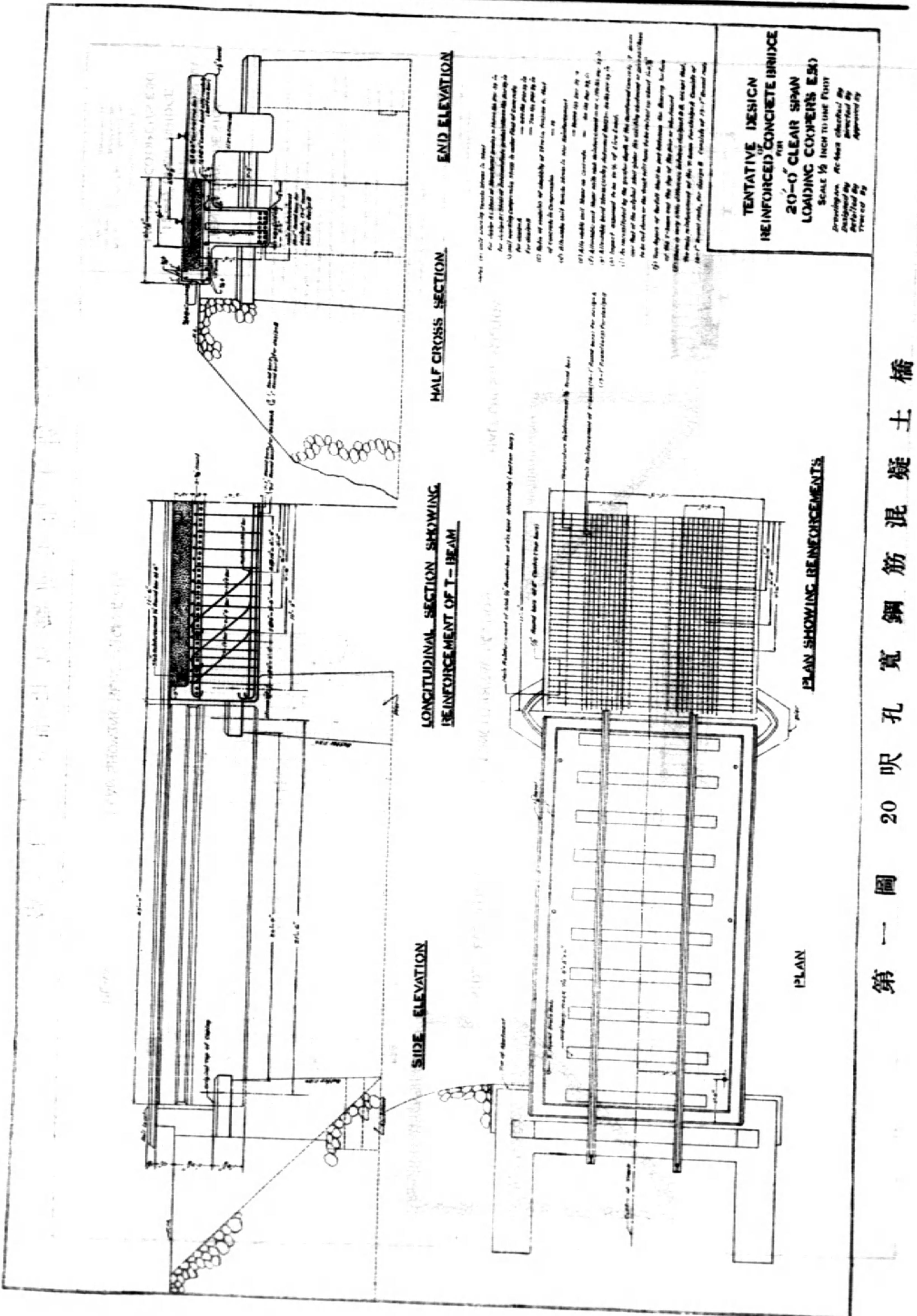
平綏鐵路自豐鎮迤西幹綫及口泉枝綫，從前建築之時，因經費不充，所有明橋橋墩雖已築成，橋梁多非正式。口泉枝綫之三十呎明橋及綏包段幹綫之二十呎及十二呎明橋，幾於全部均用方木或鋼軌充作臨時橋梁。其後雖經迭次籌議購換正式橋梁，均以路款不充，致難實現。嗣因臨時方木橋梁，易受火險，且已使用年久，木質難免朽壞，於民國十九年二十年間，將綏包段內十二呎明橋，一律暫先改用鋼軌橋梁。至於該段二十呎及口泉枝綫三十呎明橋，則以鋼軌長度不合，不得不仍行使用方木橋梁。惟曾將其中之木質朽壞者，一律換用新方木，暫維現狀。然以明橋而用方木或鋼軌為梁，終非長久之計。改弦更張，固無日不在計議之中，所需鋼梁及鐵筋混凝土梁圖件，亦早經設計製成，待時實施。上年沈局長昌來長平綏路政，鑒於經濟支絀，路務衰敝情形，非先大加整理，不足以言發展，爰與各主管處首領，詳加探討，議定復興路務計畫，呈部核准施行。該全部計畫中，關於工務方面者，除整理全路鋼軌枕木外，其重要部份，厥為改善綏包段及口泉枝綫橋梁辦法。茲詳舉其設計情形，以供閱者研究。

(1) 三十呎孔橋 平綏路原有標準，係用鋼梁，每孔按現在價值估計，約合洋 1537 元，但其載重量僅及古柏氏 E-29 之數。現經重新設計，繪圖估價，計合於古柏氏 E-35 之載重量者，每孔需洋一千八百餘元；合於 E-50 之載重量者，每孔需洋二千一百餘元。如改

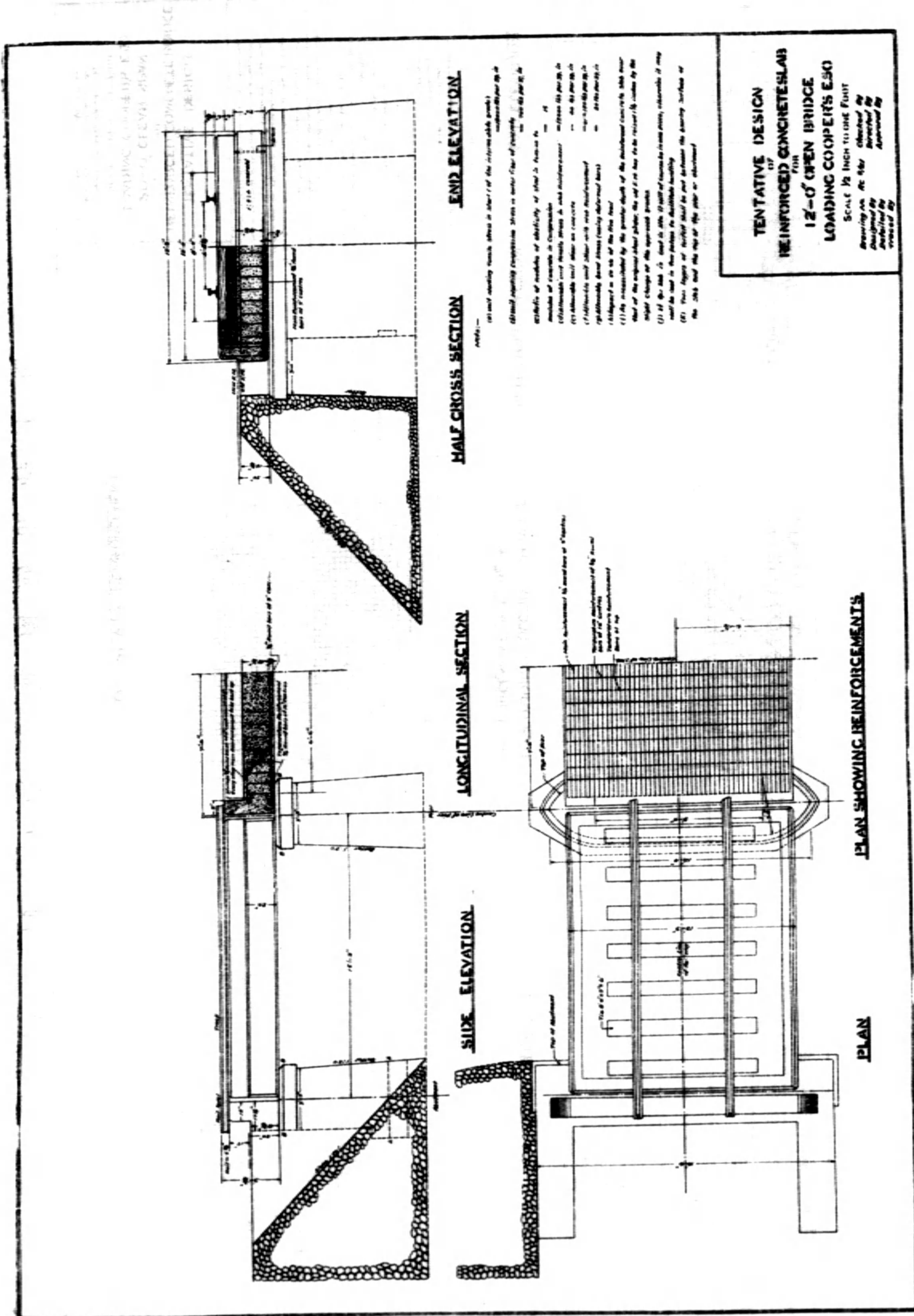
用鐵筋混凝土雙丁梁 (Beam and Slab), 使能負荷 E-50 之重量, 則每孔祇需一千七百餘元。就需款一端而言, 自以採用鐵筋混凝土梁為宜。但平綫路三十呎橋梁之需改善者, 均在口泉枝綫。枝綫之橋梁載重, 依照 E-35, 已合部定規範, 毋需更大。且此項新梁, 仍須與現有橋墩相稱, 方能適用, 倘改鐵筋混凝土梁, 則其梁身太厚, 若不鑿低墩頂, 即須提高路軌, 用款固須增加, 施工亦多困難。因以上種種原因, 經即決定採用新設計之 E-35 鋼梁, 共計需購 22 孔, 連同上梁鉚釘油飾等工資在內, 需洋 39,788.48 元。(內鋼梁估值 35,718.48 元, 工資估需 4,070.00 元)

(2) 二十呎孔橋 平綫路原有標準, 亦用鋼梁, 其載重量僅合古柏氏 E-27, 每孔按時價估值約 815 元。惟此項橋孔, 大都均在綫包段幹綫, 按照部定規範, 應能載古柏氏 E-50 之重量。當經設計比較, 用鐵筋混凝土雙丁梁能載重 E-50 者, 每孔估值不過八百餘元, 載重能力倍增, 而價值尚屬相當。因即決定採用是項橋梁。計全綫共需 120 孔, 合計需洋 102,826.80 元 (內鋼料約值 90,106.80 元, 國內工料約值 12,720.00 元) (參閱第一圖)。

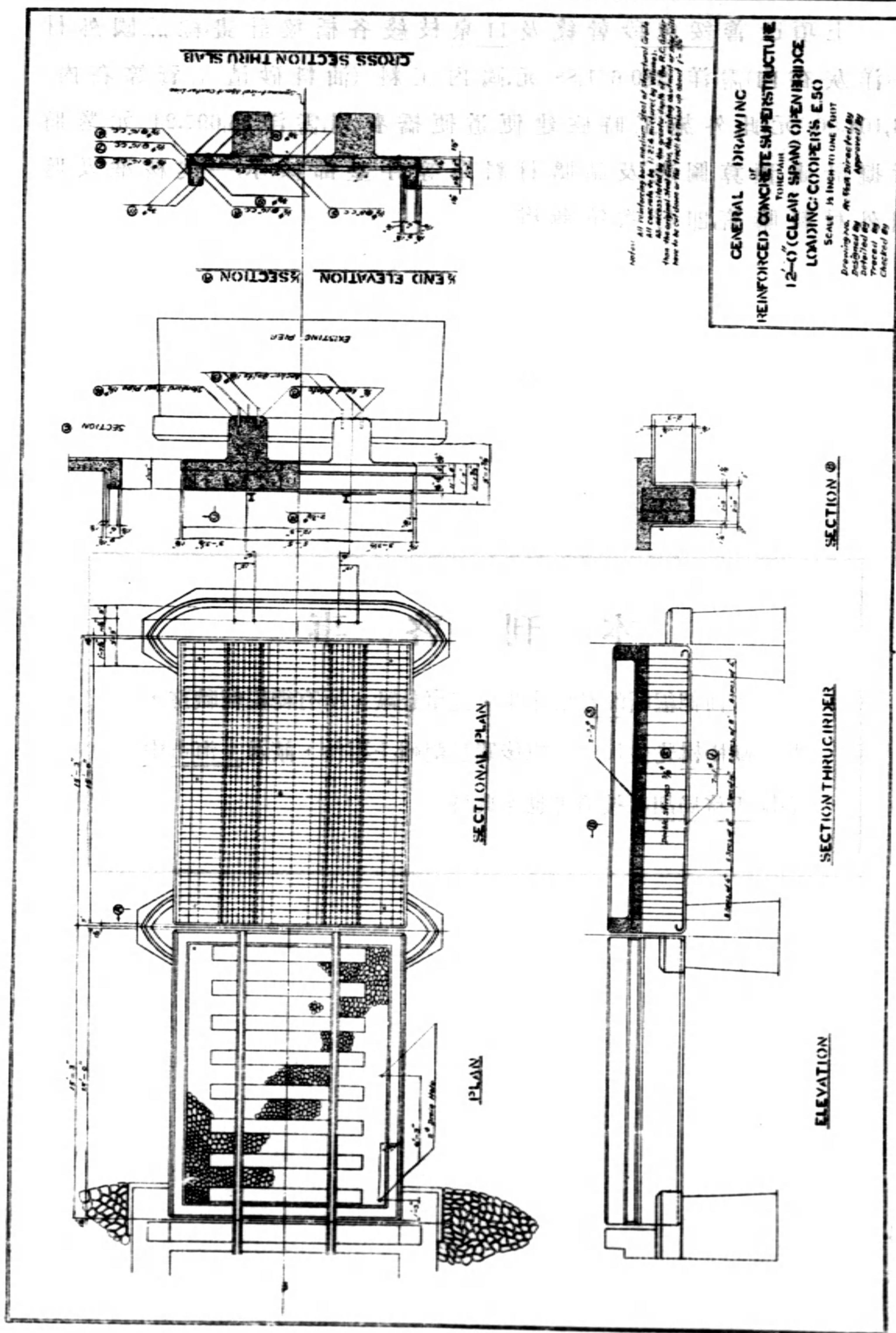
(3) 十二呎孔橋 平綫原用之十二呎標準鋼梁, 其載重量僅及古柏氏 E-22, 每孔按時價約需洋 323 元。茲因此項橋孔均在綫包幹綫, 改按 E-50 之載重量, 另行設計估價。計鋼梁每孔約需 406 元, 鐵筋混凝土雙丁梁每孔需洋約 400 元, 鐵筋混凝土平版梁 (Slab) 每孔約需洋 460 元。雙丁梁身較厚於平版梁, 施工之時, 非將現有橋墩鑿去一部份, 即須提高路軌。經詳查各橋洩水情形及附近路綫能否提高, 分別酌定, 計需用雙丁梁者 55 孔, 需用平版梁者 382 孔。如果採用鐵筋混凝土建築, 連同國內工料在內, 共需款洋 201,150.60 元, 較之全用新設計之 E-50 鋼梁, 用款雖見增多, 然採用鐵筋混凝土橋梁, 不特一勞永逸, 維持省費, 且行車亦較安適, 並可利用國貨, 故優點甚多。經即決定按照上列數目, 完全採用鐵筋混凝土橋梁, 計需鋼料洋 163,836.60 元, 國內工料洋 37,314.00 元。(第二及第三圖)



第一圖 20 呎孔寬鋼筋混凝土橋



第二圖 12呎孔寬鋼筋混凝土橋 (一)



第三圖 12呎孔寬鋼筋混凝土橋 (二)

上項改善綏包段幹綫及口泉枝綫各橋梁計畫,綜計國外材料(洋灰在內)需洋 289,661.88 元,國內工料(油料砂渣工資等在內) 54,104.00 元,此外施工時修建便道便橋費用,需洋 35,697.24 元。業將所擬計畫預算圖表及請購材料單等件呈部核示,一俟核准及將國外材料購齊,即行次第興辦。

本 刊 啓 事

本刊總編輯沈君怡先生,因事赴歐,所有總編輯職務,暫請胡樹楫先生代理。以後關於編輯上事件,請函上海市中心區工務局胡君接洽可也。此啓。

膠濟鐵路更換橋梁工程

孫寶墀

膠濟鐵路係德人建築，於1899年興工，1905年通車，1914年十一月為日人佔領，至1923年一月始由我國接管。

幹綫自青島至濟南，長394公里，幹支綫及岔道總長625公里。鋼軌每公尺30公斤，大部份用鋼枕。

全綫有鋼橋918孔，總長約8200公尺，混凝土橋134孔。鋼橋式樣有46公尺穿式花梁；30, 25, 20, 及15公尺開頂花梁；40, 35, 30, 及20公尺托式花梁；18, 12, 及10公尺穿式鈹梁；15, 10及6公尺托式鈹梁；以及5, 4, 3, 2, 及1公尺工字梁。

鋼橋設計僅假定機車軸重13公噸，而以中華民國國有鐵路鋼橋規範書*覆核之，每橋各部份之載重量殊不一致：最小者合古柏氏 E-13級，最大者合 E-36級。所以參差若是之甚者，其一部份理由，固因計算衝擊力及壓桿應力之公式，德美不同。但各橋設計實欠周密，製造亦不甚佳，故載重量低弱，德管時代曾發生白沙河斷橋事變。

日管時代，因營業發達，添購美國「凝固式」機車，軸重約合古柏氏 E-35級。該項較重機車，係民國二十年購置。單輛機車牽引40噸貨車以每小時約40公里之速度經過各橋，已超過多數桿件之法定載重量，但如修養得宜，尚可勉強維持。

無如民國十一年華盛頓會議中日開始贖路談判後一年之中，橋梁修養完全荒廢。十二年我國接收時檢查全路鋼橋，發見鏽

*民國十一年北京交通部頒布，大體採取美國標準。

釘鬆動者在50%以上,裂縫之處亦屬不少,情形非常危險。果於二月十六日37次貨車經過雲河大橋時,突然出險,30公尺開頂花梁折斷二孔。當時趕修便橋以維行車,至同年五月始行修復。

當局深知全路橋梁薄弱堪虞,經通盤籌畫,決定治標治本兩項辦法,積極推進。治標辦法為:

- (一)限制行車載重及速度 規定「凝固式」機車不得兩輛銜接。列車經過舊橋時速度不得超過每小時20公里。
- (二)加緊修養 抽換鉚釘,修補裂縫,重新油漆。並至少每三個月檢修一次。
- (三)加固薄弱部份 縱梁兩端之結合鉚釘,抗剪能力不足者,加製托座。壓桿薄弱者,增加聯繫桿。節點薄弱者,增加鋼板及鉚釘。
- (四)橋下添築木架 15及20公尺者築一架,30及40公尺者築二架。

(一)項立即實行。(二)(三)兩項於民國十五年完工。(四)項酌量需要情形,隨時增築,至民國二十年始全線告竣。

治本辦法為更換全路橋梁,以古柏氏 E-50級為標準載重量。新橋設計,跨度在30公尺以上者用花梁,見圖(一)。

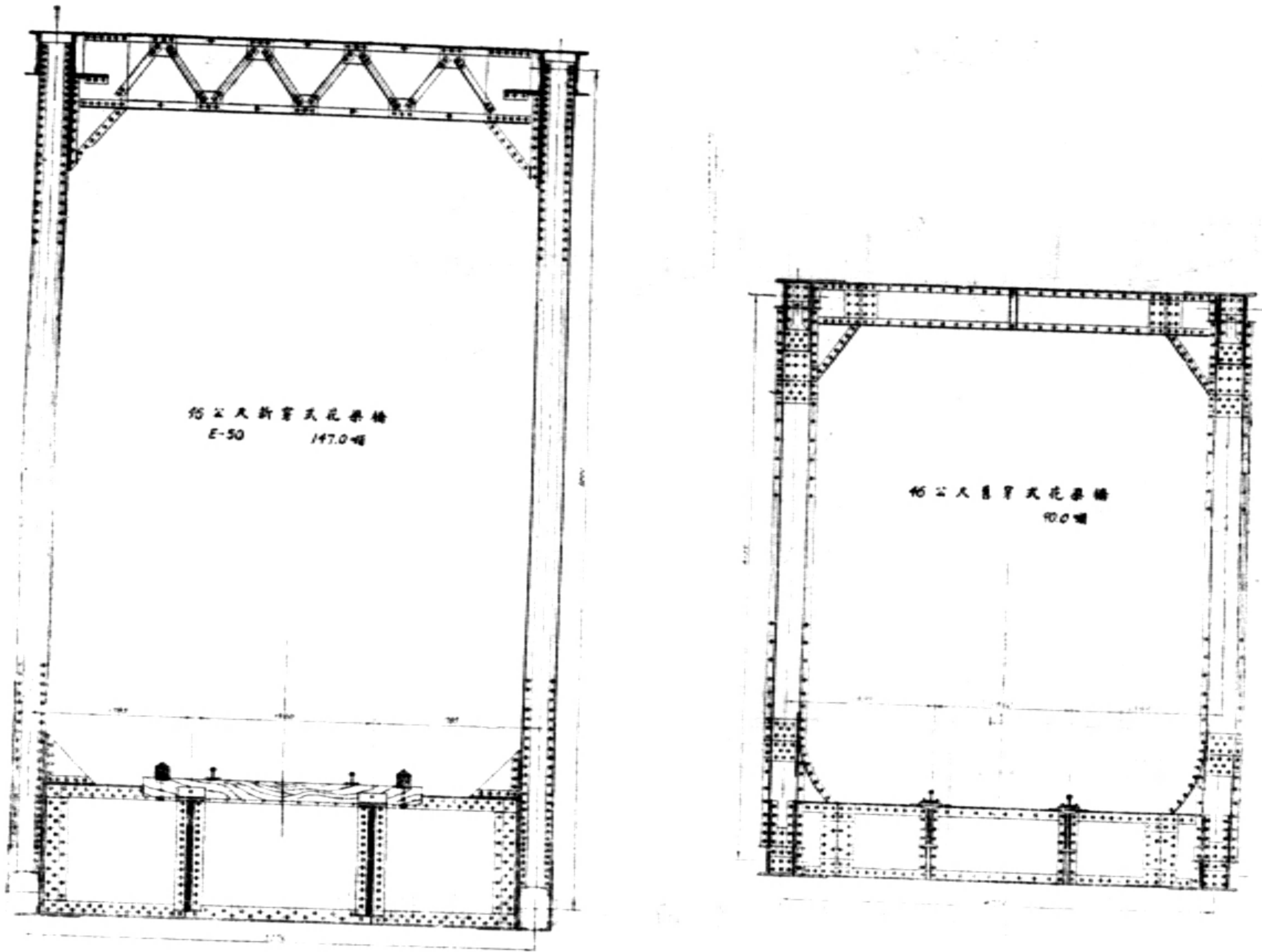
跨度自30至15公尺者用板梁。如地點適宜,則提高路基,將穿式改為托式,見圖(二)及(三)。

遇有石層不深之處,則將30公尺開頂花梁改為20公尺混凝土拱橋一孔(見圖四)或8公尺拱橋三孔;20公尺開頂花梁改為16公尺混凝土拱橋一孔。

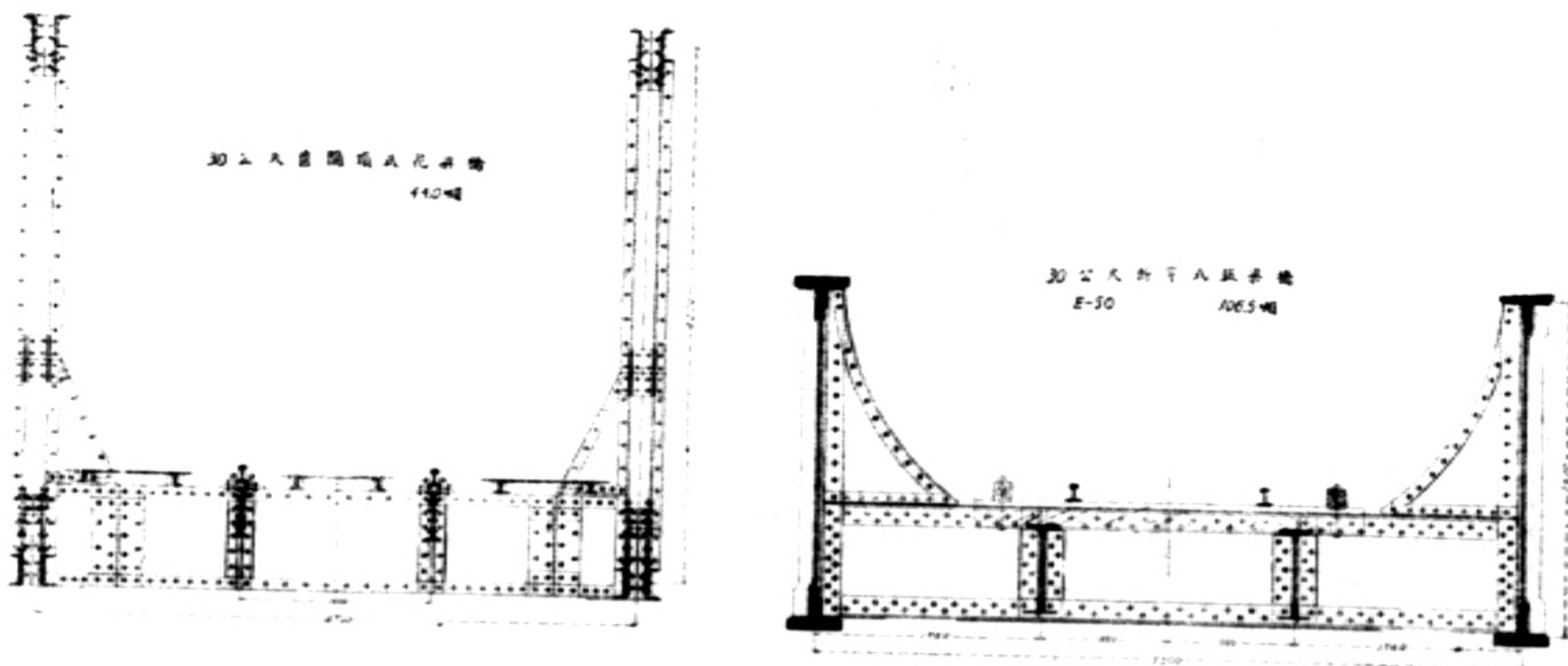
如水道無關重要而地基堅硬時,則將30公尺開頂花梁改作三孔,20或15公尺者改作二孔。上層結構均用混凝土裹工字梁。

跨度10公尺者,或用穿式板梁,或利用舊料改造托式雙板梁,或用新闊邊工字梁,見圖(五)。

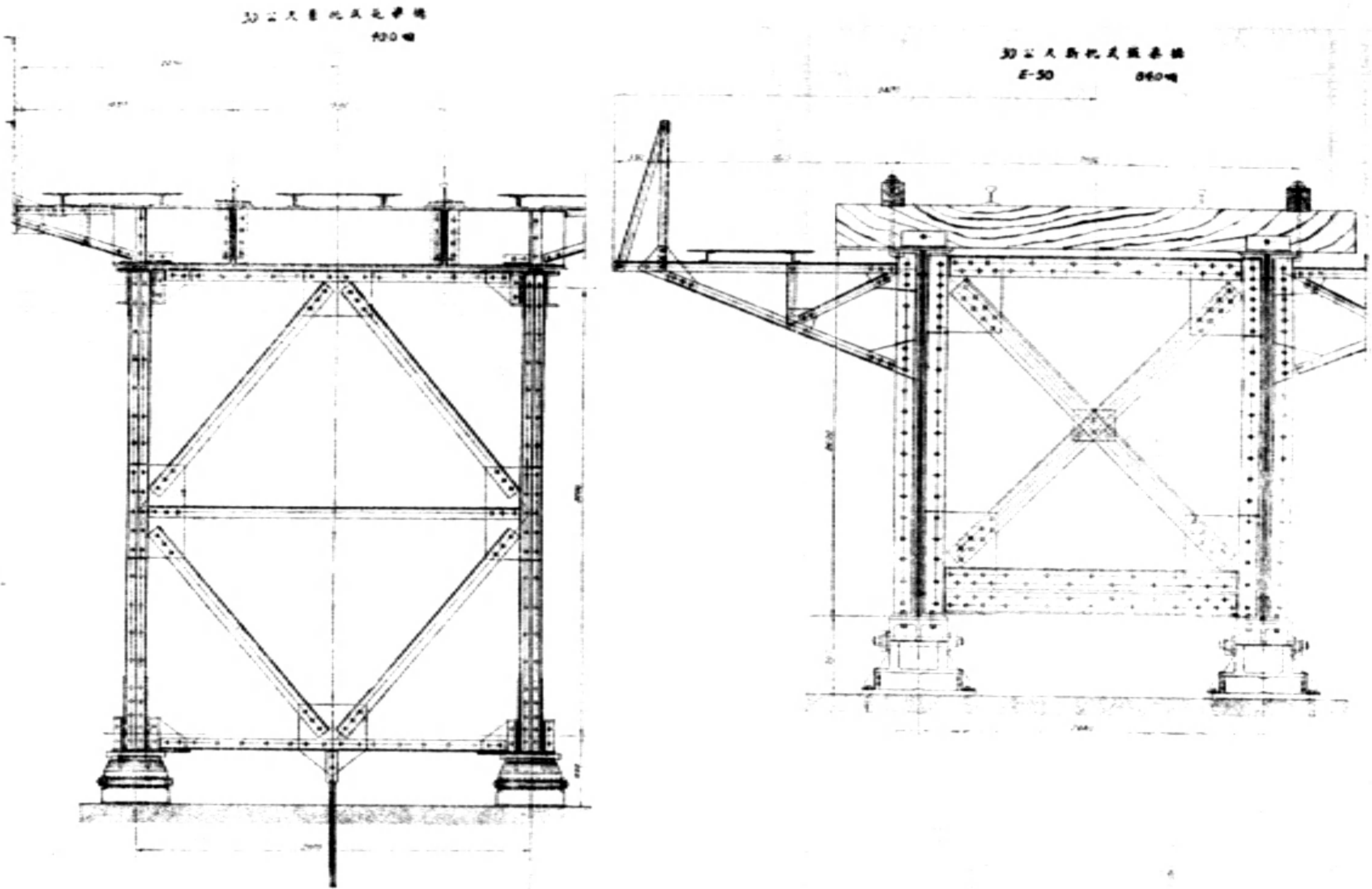
跨度自6至1公尺之工字梁橋,或用舊料改造,或全用新料,



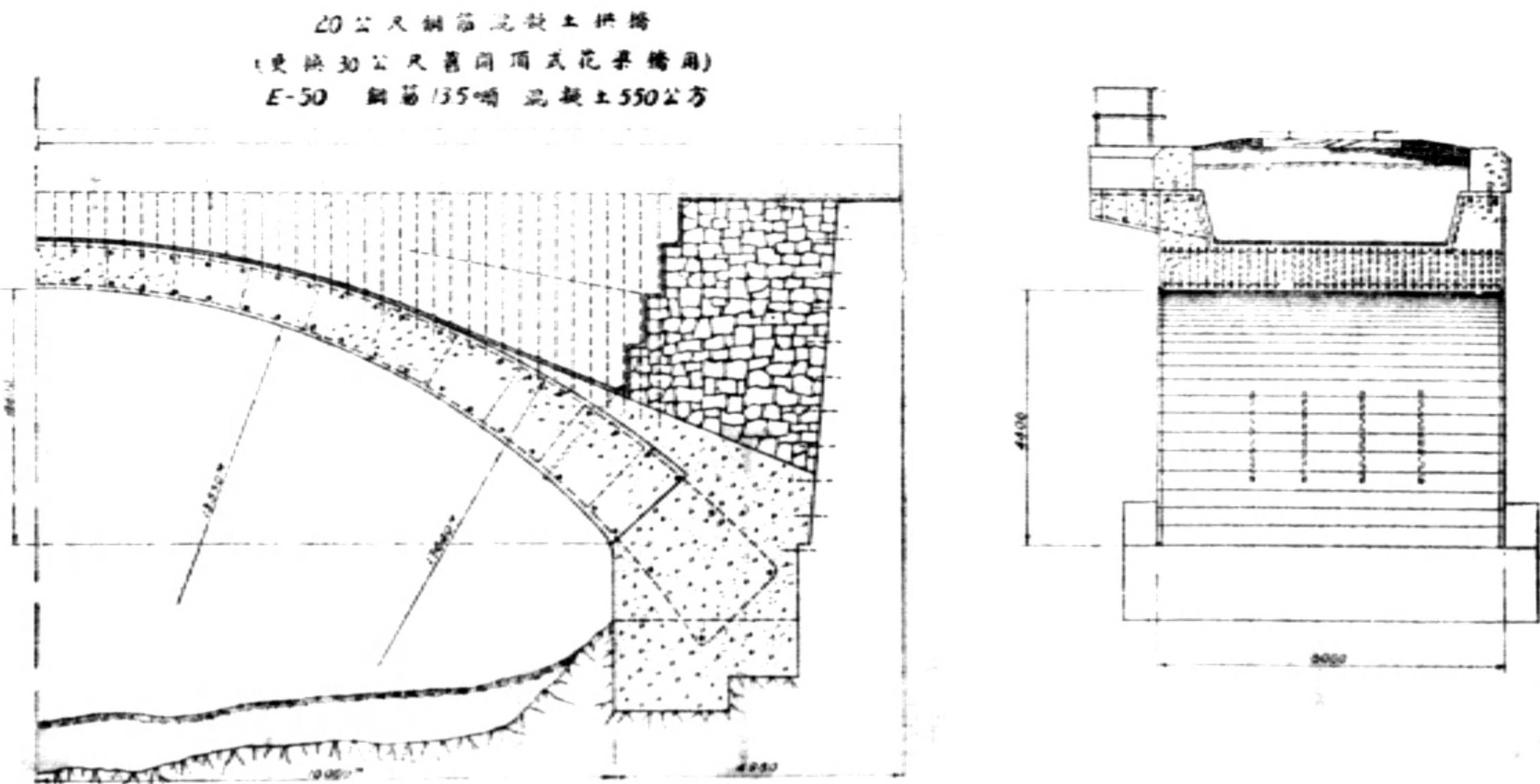
圖(一) 膠濟路 46 公尺穿式橋之截面



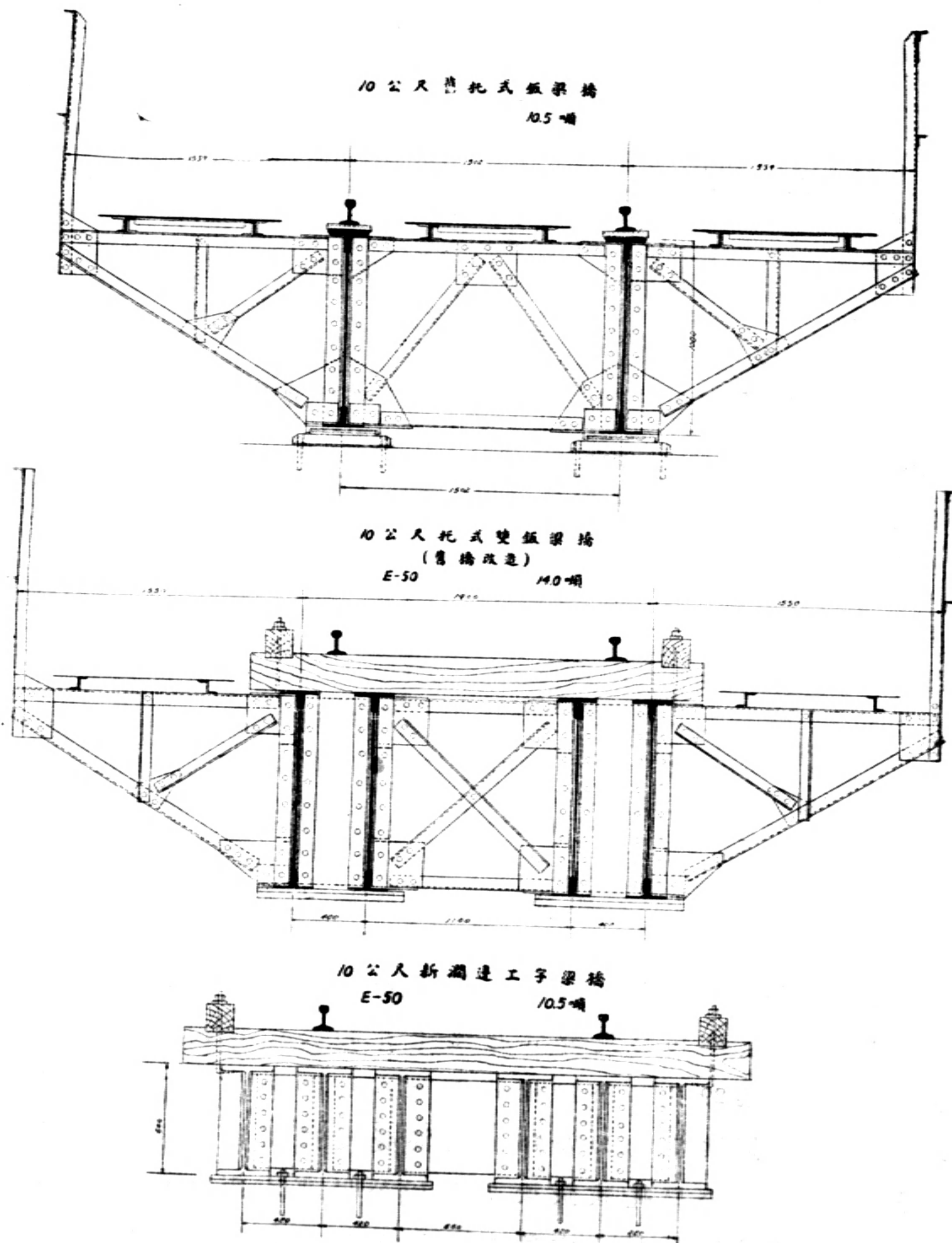
圖(二) 膠濟路 30 公尺穿式橋之截面



圖(三) 膠濟路 30 公尺托式橋之截面

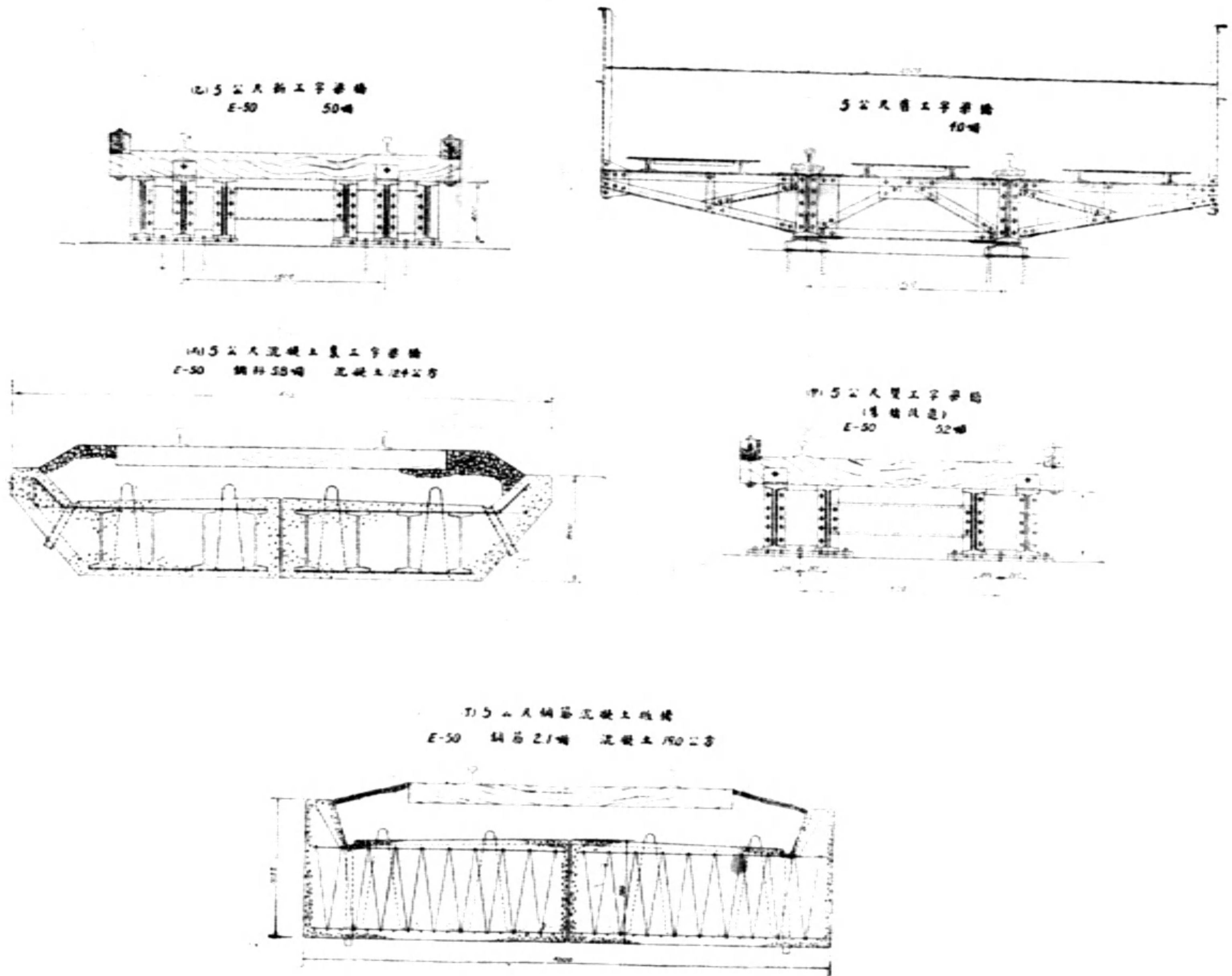


圖(四) 膠濟路 20 公尺拱橋之截面



圖(五) 膠濟路10公尺橋之截面

或僅用工字梁,或以混凝土包裹之,或用鋼筋混凝土版橋(見圖六)。



圖(六) 膠濟路5公尺橋之截面

此項更換工程,自民國十三年開始,迄二十二年底止,全線已換竣70%。計重建46公尺穿式花梁1孔,30公尺穿式鈹梁29孔,30公尺托式鈹梁29孔,25公尺托式鈹梁5孔,20公尺穿式鈹梁16孔,20公尺托式鈹梁7孔,20及16公尺混凝土拱橋各1孔,15公尺穿式鈹梁14孔,15公尺托式鈹梁7孔,10公尺穿式鈹梁11孔,10公尺托式鈹梁21孔,10公尺工字梁26孔,10公尺混凝土裹工字梁23孔。此外尚有10公尺以下之拱橋,工字梁,混凝土裹工字梁,及鋼筋混凝土版橋等817孔。共計更換1008孔。用款達三百七十餘萬元。

較 大 工 程

上舉已換橋梁，總長在150公尺以上者，有李村河，白沙河，城陽河，大沽河，大沽河上流，濰河，及雲河等七座，工程較巨。茲以更換先後為序，約略述之。

大沽河大橋在李哥莊膠東之間，公里59.196處。總長192公尺。原有30公尺開頂花梁六孔。以同長之穿式鈹梁更換之。十四年七月竣工，見攝影(甲)(1)至(5)。舊橋264噸，新橋639噸。工料費約十五萬元。

大沽河上流大橋在姚哥莊高密間，公里92.366處。總長151公尺。原有20公尺開頂花梁四孔，及30公尺開頂花梁二孔。以穿式鈹梁更換之。十四年五月竣工。舊橋192噸，新橋419噸，工料費約十萬餘元。

李村河大橋在四方滄口間，公里14.058處。總長228公尺。原有30公尺開頂花梁七孔。改建時將路基提高2.0公尺，以托式鈹梁更換之。十六年四月竣工。舊橋308噸，新橋588噸，工料費約十九萬元。

城陽河大橋在城陽站之西，公里32.364處。總長157公尺。原有開頂花梁25公尺者五孔，及20公尺者一孔，皆係斜式。改建時將路基提高1.5公尺，以托式鈹梁更換之。十六年四月竣工。舊橋186噸，新橋327噸，工料費約十一萬元。

濰河大橋在咋山黃旗堡間，公里143.865處。總長296公尺。原有45公尺穿式花梁三孔，30公尺開頂花梁三孔，及15公尺開頂花梁三孔。該處中部橋墩基礎不固，德日管理時代，均被大水冲陷，曾一再改造。更換之前，經詳細鑽探，有橋墩兩座認為不穩，決予廢棄。另以氣壓沉箱方法建新橋墩三座。並將路基提高2.4公尺。新橋為46公尺穿式花梁一孔，30公尺托式鈹梁六孔，及15公尺托式鈹梁三孔。十八年四月完工，見攝影(丁)(20)。舊橋462噸，新橋713噸，工料費：增築橋墩約九萬元，更換橋梁二十四萬元。十九年八月初旬，晉軍

西退，將該橋西端 15 公尺托式鈹梁一孔炸毀一端。經向川崎添購一孔，於同年十二月更換修復。

雲河大橋在黃旗堡南流間，公里 148.606 處。總長 260 公尺。原有 30 公尺開頂花梁八孔。重建時將路基提高 2.0 公尺，以托式鈹梁更換之。十八年四月竣工。舊橋 352 噸，新橋 672 噸，工料費十八萬餘元。十九年八月，晉軍西退，將該橋西端一孔炸毀一端，腰鈹洞開約 1×3 公尺，見攝影(戊)(24)一(27)。全孔三分之一須完全廢棄。經向川崎添購一孔更換之，二十年一月修復。

白沙河大橋在滄口女姑口間，公里 24.683 處。總長 256 公尺。原有 30 公尺開頂花梁八孔。以穿式鈹梁更換之。十九年五月完工。舊橋 352 噸，新橋 852 噸，工料費二十二萬元。

此外總長近 50 公尺及以上者，有：(1) 大港四方間之海泊河橋。原有 20 公尺開頂花梁二孔，於十六年以穿式鈹梁更換之，並將橋台橋墩向北加寬，以備承托貨物線之新橋。該項新橋亦為 20 公尺穿式鈹梁二孔，於十九年裝竣。(2) 膠州芝蘭莊間之密水川橋原有 30 公尺開頂花梁二孔，十四年以穿式鈹梁更換之。(3) 南泉藍村間之南泉西河橋。原有 20 公尺開頂花梁三孔，十六年以穿式鈹梁更換之。(4) 濰縣站東之白狼河橋。原有 30 公尺開頂花梁三孔，十九年以穿式鈹梁更換之，見攝影(丁)(21)。(5) 大圩河站東之大圩河橋。原有 30 公尺托式花梁三孔，十九年軍事毀壞，見攝影(戊)(24)一(27)，二十年以托式鈹梁更換之。(6) 朱劉店站西之桂河橋。原有 20 公尺托式花梁二孔，二十年以托式鈹梁更換之。(7) 昌樂堯溝間之小丹河橋。原有托式花梁 30 公尺者一孔及 20 公尺者二孔，十九年軍事毀壞，二十年以托式鈹梁更換之。(8) 昌樂堯溝間之大丹河橋。原有 30 公尺托式花梁三孔。十九年軍事毀壞，二十年以托式鈹梁更換之，見攝影(庚)(34)。(9) 青州普通間之白楊河橋。原有 30 及 20 公尺托式花梁各一孔，十九年軍事毀壞，見攝影(戊)(24)一(27)，二十年以托式鈹梁更換之，見攝影(戊)(28)及(29)。

(10) 馬尙周村間之孝婦河橋，原有30及15公尺開頂花梁各二孔，二十一年以穿式鈹梁更換之，見攝影(庚)(36)及(37)。(11) 棗園莊龍山間之洪家河橋，原有20公尺開頂花梁三孔，二十二年增築橋墩三座，以10公尺混凝土裏工字梁六孔更換之，見攝影(辛)(38)及(39)。

現在情形

現在幹綫自青島至譚家坊 222 公里間之大小橋梁，一律爲 E-50 級。

自譚家坊至周村 80 公里間，自10公尺以下之小橋均爲 E-50 級。僅餘淇河及淄河兩大橋未換。

自周村至濟南 92 公里間，自10公尺以下之小橋均爲 E-50 級。舊橋尚餘自15公尺以上者31孔。

張博支線自張店至博山約40公里間，自10公尺以下之小橋均爲 E-50 級。舊橋尚餘20至46公尺者十孔。

又膠路自青島站起分期更換43公斤重軌。迄二十二年底止已換至公里192處之大圩河站。新軌大都改用美松木枕。惟車站內各股道仍爲舊道。

將來計劃

二十三年擬換大臨池北關間30公尺托式鈹橋一孔，15公尺穿式鈹梁四孔，及15公尺托式鈹梁二孔。計舊橋160噸，新橋262噸，需工料費約八萬元。業於三月開工，限六月以前完工。

二十三年下半期及二十四年上半期，擬自大圩河站起，向西繼續更換重軌約90公里，直達張店。改良工程項下餘款無多，換橋工程擬暫停一年。

二十四年擬更換淇河淄河兩大橋。淇河大橋在譚家坊楊家莊間公里227.923處。總長288公尺。有30公尺開頂花梁九孔。舊橋

總重 396 噸。曾於十三年加固。十五年增築木架。十九年八月晉軍西退，第九孔東端被炸甚裂，幸有木架支撐，未致下墜，見攝影（戊）。事平旋即修復。關於新橋設計，經詳細比較：如用膠路標準穿式鋼梁需 960 噸。如改用穿式花梁則需 690 噸。相差 270 噸，以現在鋼橋時價計之，約合八萬餘元。第以「自 10 至 30 公尺跨度用鋼梁」之方針早經決定，且鋼梁橋造價固屬較昂，日後修養簡易，即使列車重量超出法定載重至 50% 亦毋需加固。故擬仍用鋼梁。工料費估需三十八萬元。

淄河大橋在淄河店辛店間，公里 257.625 處。總長 452 公尺，為全路最長之橋。有 40 公尺托式花梁九孔及 35 公尺托式花梁二孔，舊橋總重 715 噸。橋墩順流建築，其橫軸與橋梁橫軸作 $14^{\circ}-34'$ 之斜角。惟橋梁兩端仍與縱軸正交。觀圖（一）（子），可見該橋薄弱之一斑。十九年七八兩月內戰期間受損兩次。第一次為兩軍隔河對峙，橋身被砲彈擊傷二十餘處。第二次為晉軍西退，將第二及第九兩孔之西端用炸藥轟毀，下陷各二公尺許，見攝影（己）（28）—（31）。用工人二百餘名，窮三晝夜之力，始得頂至原來高度，勉通慢車。嗣用舊料修補，重行油漆，並於橋下增築木架，至二十年十二月始完全修復，見攝影（己）（32）及（33）。根本更換辦法擬用同長之托式花梁。其附近 20 公尺橋二孔亦擬同時以托式鋼梁更換之。共需新鋼橋約 1620 噸。全部工程估需五十八萬元。

淄河濟河兩大橋換竣後，重軌亦已先期換至張店。預計二十五年自青島至張店 280 餘公里間，可以駛行 E-40 至 E-50 級之大機車，速度亦可增至每小時 80 公里。運輸效率，必大有增進。

二十五年擬更換幹線周村濟南間 20 公尺穿式橋三孔，20 公尺托式橋八孔，30 公尺穿式橋三孔，30 公尺托式橋八孔，及 40 公尺托式橋二孔。計舊橋 856 噸，新橋 1755 噸，估需六十餘萬元。

同時擬更換張博支線 20 公尺穿式橋三孔，25 公尺穿式橋一孔，30 公尺穿式橋四孔，30 公尺托式橋一孔及 46 公尺穿式橋一孔。

計舊橋 372 噸,新橋 890 噸,估需三十萬元。

如屆時路帑充裕,得照預定計劃進行,則全線更換橋梁工程可於民國二十六年完全告竣。

換 橋 方 法

較大工程,均先築便綫以維行車。所需便橋,概用美松製造。樁木用 10 吋方木,直柱用 12 或 14 吋方木,頂底橫木 14 吋見方。每軌之下用 9×18 吋縱梁三根。標準跨度為 15 呎。高度在 15 呎以下者,即以樁木作架;高度為 15 至 35 呎者,用木架一層,高度在 35 呎以上者,用木架兩層。便橋木料拆下後,約可再用兩次。歷年所修便橋,以十八年之雲河便橋為最長,共 600 呎,分為 15 呎跨孔。以十九年之大丹河及白楊河兩便橋為最高。大丹河便橋見攝影(庚)(34),共長 375 呎,分為 25 呎跨孔十五孔,河底至軌頂最高處為 45 呎。白楊河便橋,見攝影(戊)(22),共長 225 呎,分為 25 呎跨孔九孔,河底至軌頂最高處為 57 呎。

穿式花梁改作混凝土橋時,先於橋下搭設木架,暫將舊橋頂起,列車照常慢行通過。次改造橋台橋墩頂部(如須增築橋墩,則於搭架之前作成)。復次於橋下建造混凝土橋。俟堅硬後,將舊橋逐步拆卸或移去。鋼軌暫擱於方木之上。最後於無列車通過時間移去方木,栓裝枕木,並加填石渣,全部工程即告畢事。凡 30 公尺開頂花梁改建混凝土拱橋[見攝影(丁)(16)一(19)及(乙)(9)一(10)],或增築橋墩改建混凝土裹工字梁,以及 15 公尺或 20 公尺開頂花梁改作混凝土裹工字梁兩孔時,均用此法。最著者為二十二年洪家河 20 公尺開頂花梁三孔,改造 10 公尺混凝土裹工字梁六孔,採用此法,未築便綫,見攝影(辛)(38)一(39)。

自 20 公尺以下之單孔橋梁,均用推移法更換之。先於橋下搭設木架三座,將舊橋暫時頂起。然後修改橋台,並於鄰架上建造新橋,鋪設枕木,俟橋台頂部堅硬後,即拆斷鋼軌,將舊橋向旁推出,新

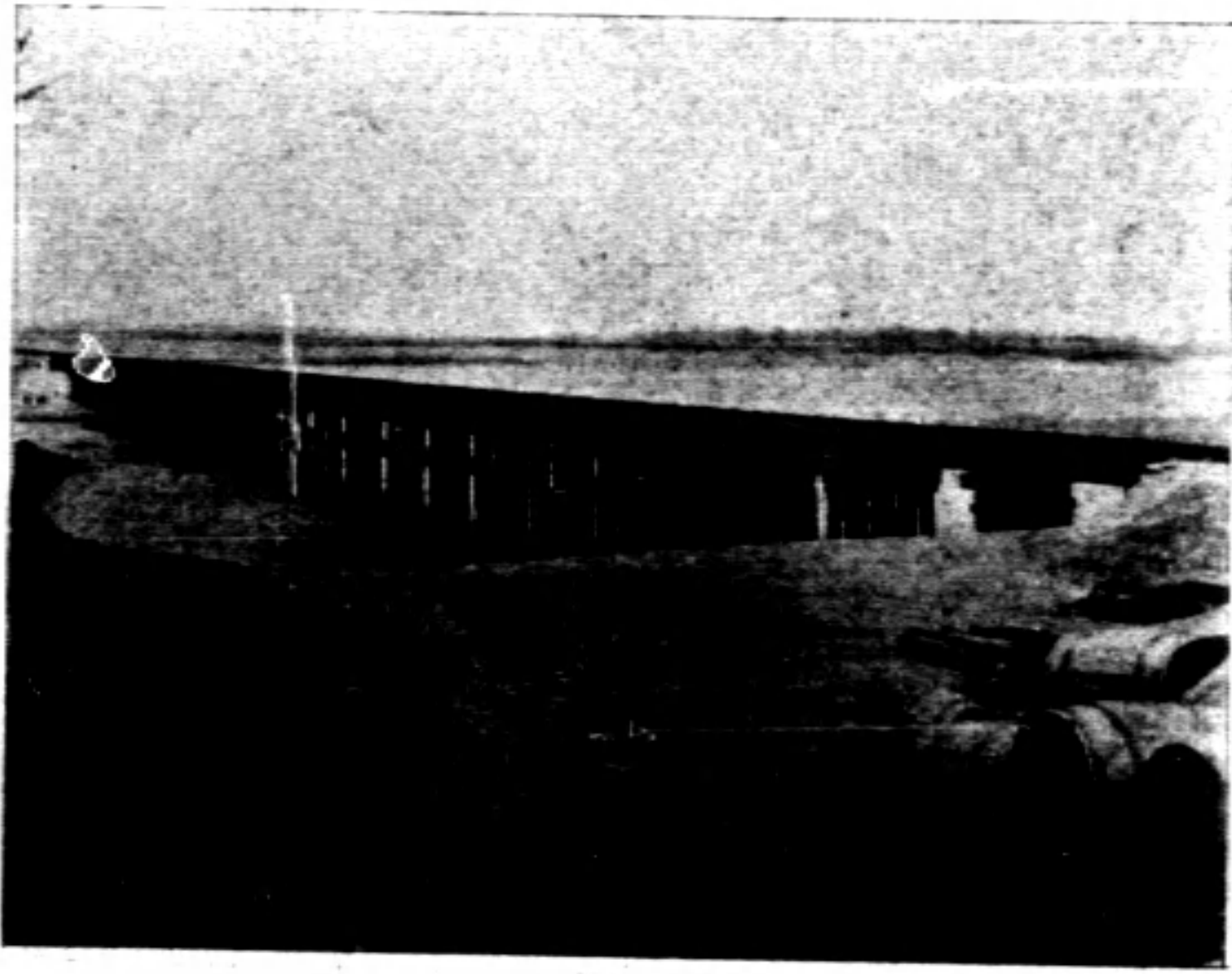
橋推進，重鋪鋼軌，即可通車。推移之時，橋下須置圓錐，並佐以絞車，則一二小時即可竣事，不致耽誤行車。最著者為十九年軍事毀壞之雲河橋，其第八孔之30公尺托式鋼梁，即用此法推換。二十三年大臨池王村間之望京河橋，其30公尺托式花梁一孔，擬換鋼梁橋，亦將採用此法。又攝影(丙)(11)–(19)所示5公尺混凝土版橋，為用推移法更換之又一種。

膠濟路四方機廠備有30噸及15噸起重機車各一架。遇有空閒，得調至路線上應用。故自20公尺以下之單孔橋梁，常用起重機吊換，15公尺及20公尺之橋，須先搭木架三座，中間一座暫支舊橋，前一座承托新橋，後一座備舊橋移攔之用，見攝影(乙)(6)–(8)及(庚)(35)。二十三年大臨池北關間擬換之15公尺單孔鋼梁，擬用此法更換。

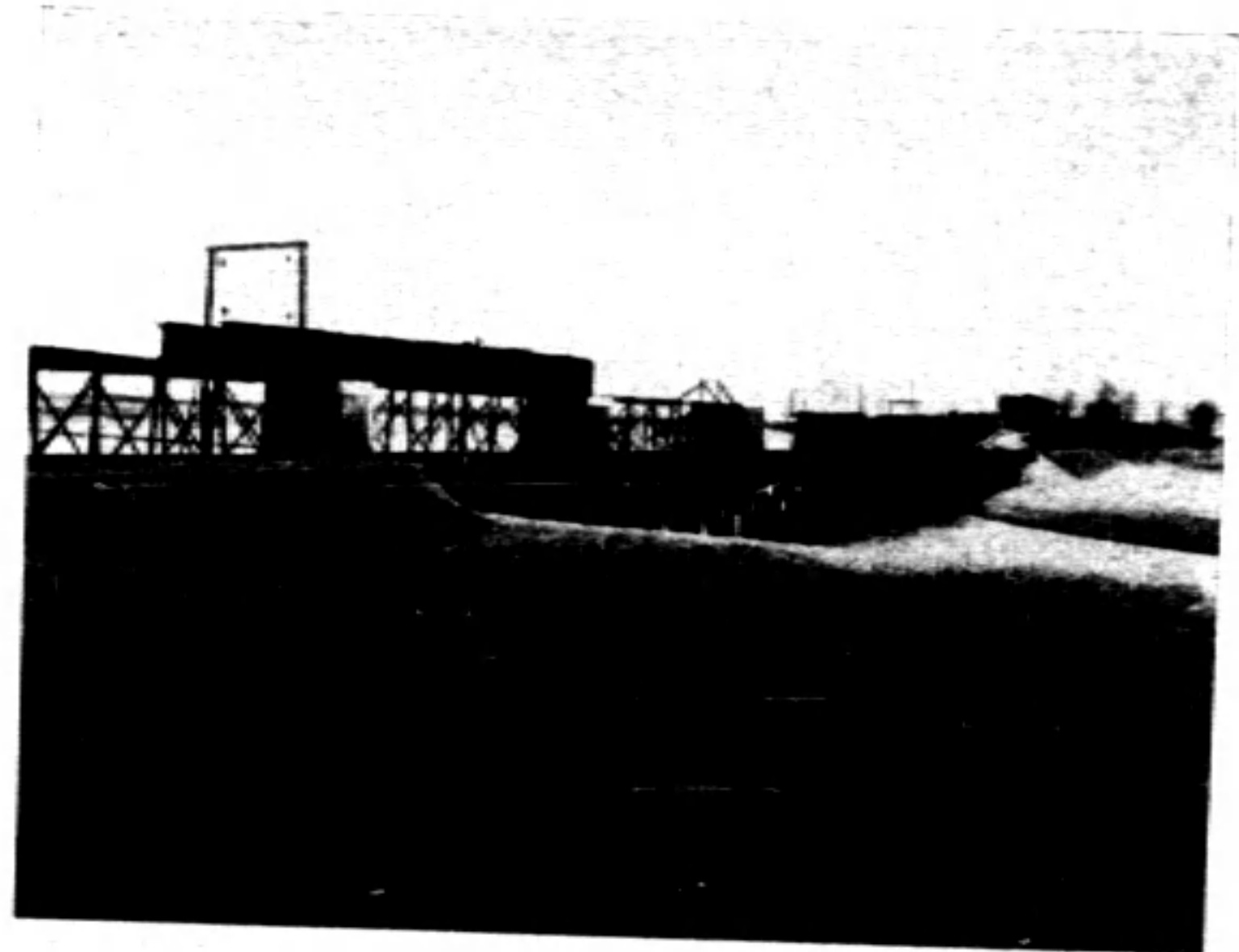
橋台橋墩

舊橋台橋墩皆為混凝土建築，外砌花崗石面。有直接托於堅硬地層者，有用工字梁鋼樁十數公尺者，間有用開口木箱或板樁建造者，大體可稱堅固，我國接管以來，除因需要曾於數處改築雁翅，堆填蠻石及增築防水石牆外，所有新施下層建築，以十七年濰河大橋增築橋墩三座為最重要，均用氣壓箱方法，下沉約十公尺，墩身用1:2½:5混凝土，水線以上亦用花崗石砌面；次為二十一年北關站東增築6公尺跨度之橋台兩座，因須承托軌道三股及月台二道，除雁翅不計外，共寬23公尺，高8.5公尺，係鋼筋混凝土撐壁式建築，壁厚30公分，基礎托於黏土之上，未用木樁。此外因改孔而增築之橋墩甚多，有不打樁者，亦有打10吋方，20至30呎長基礎者。

舊橋台橋墩之頂部，均用床石承受橋轉。轉底有一公分厚之洋灰漿，意使接觸面平整。惟該項灰漿均已壓碎，久失效用。更換橋梁時，例將床石移去，將舊混凝土鏟去少許，增築厚約80公分之鋼筋混凝土新冠於其上，見攝影(辛)(40)。新冠頂承受橋轉部分，絕



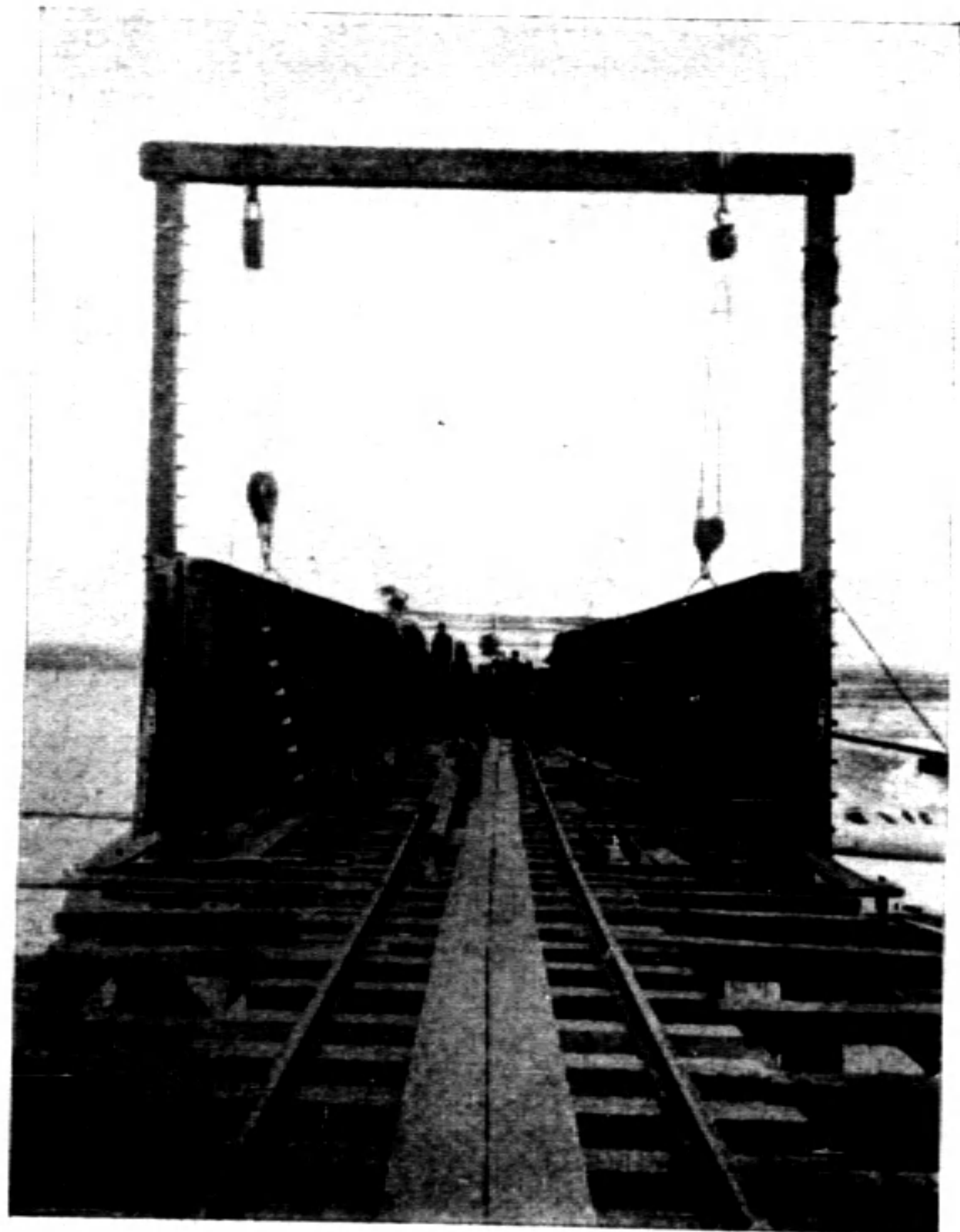
(1)



(2)



(3)



(4)

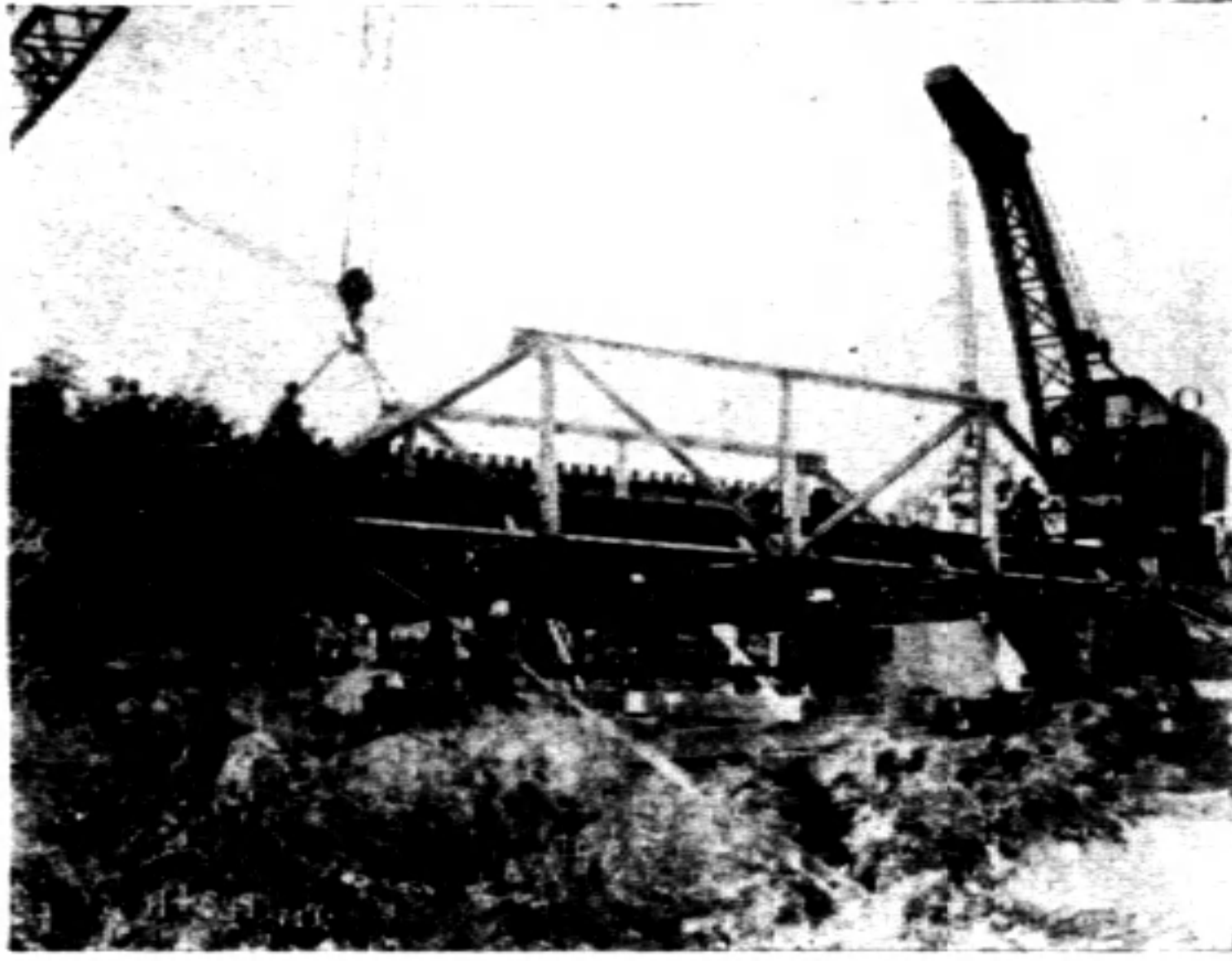


(5)

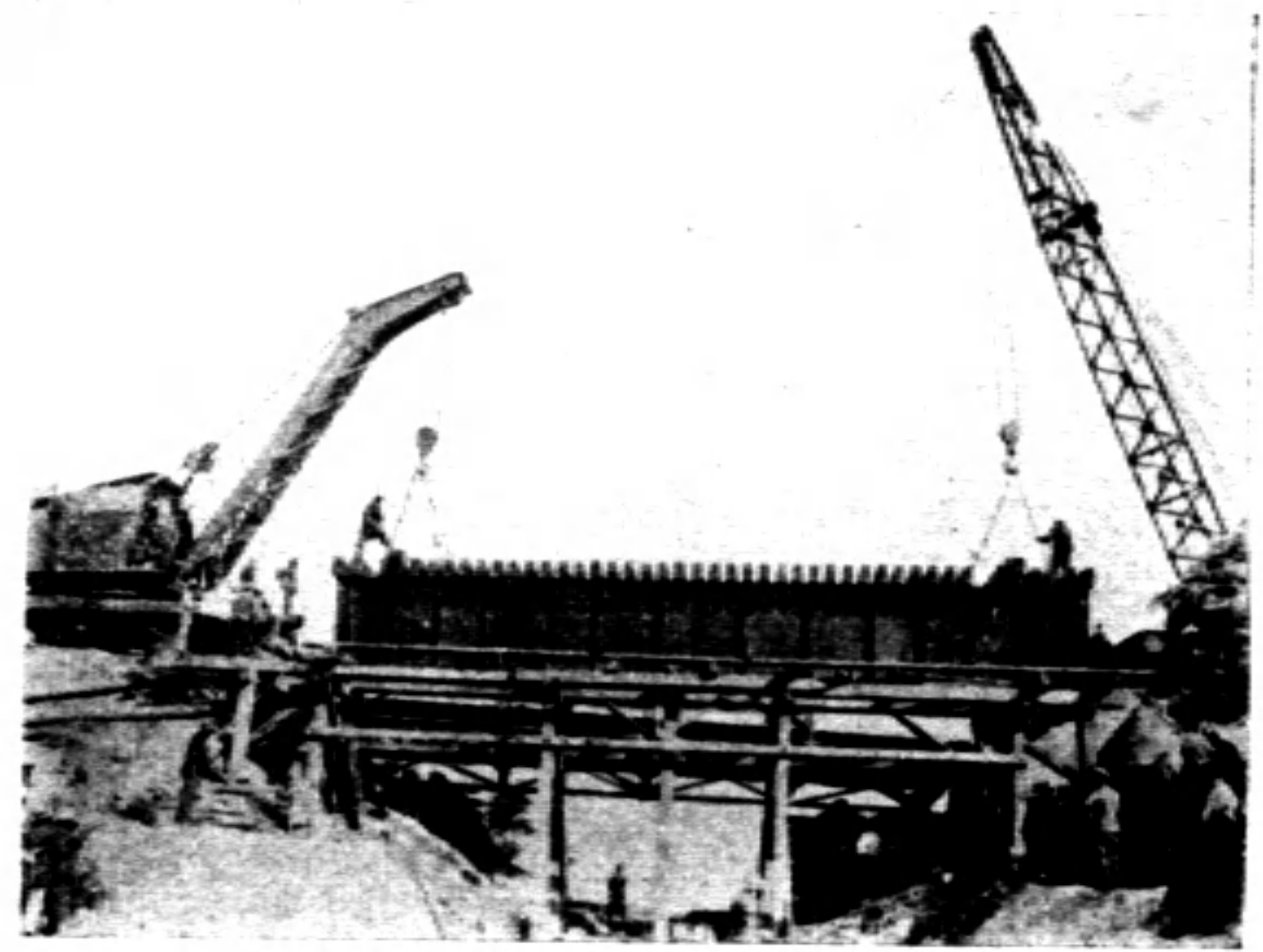
(1)一(5)大沾河橋工程攝影

- (1)便橋
- (2)拆舊橋及安置第一孔新橋
- (3)自南望第一孔新橋
- (4)新橋東端
- (5)試車

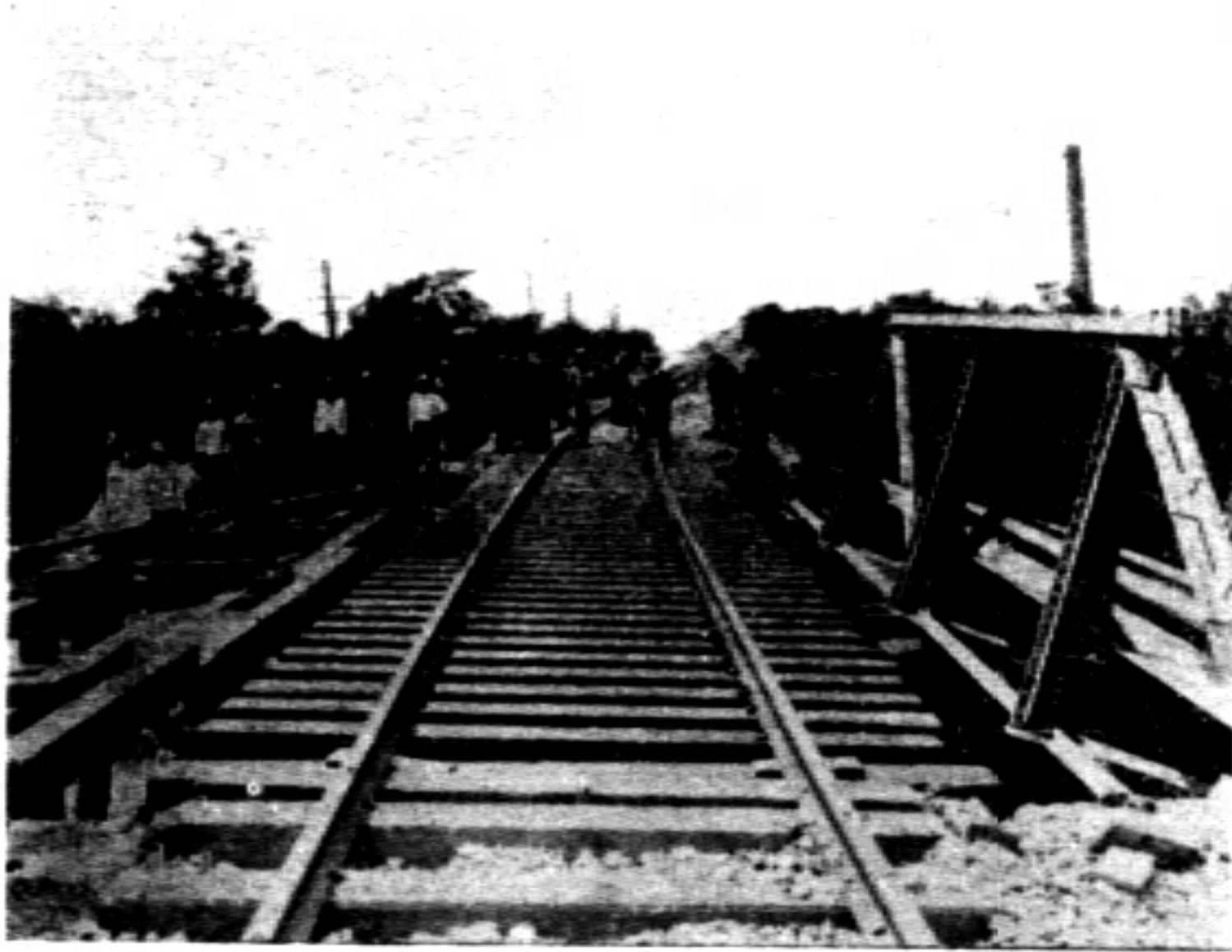
膠濟路更換橋梁攝影(甲)



(6)



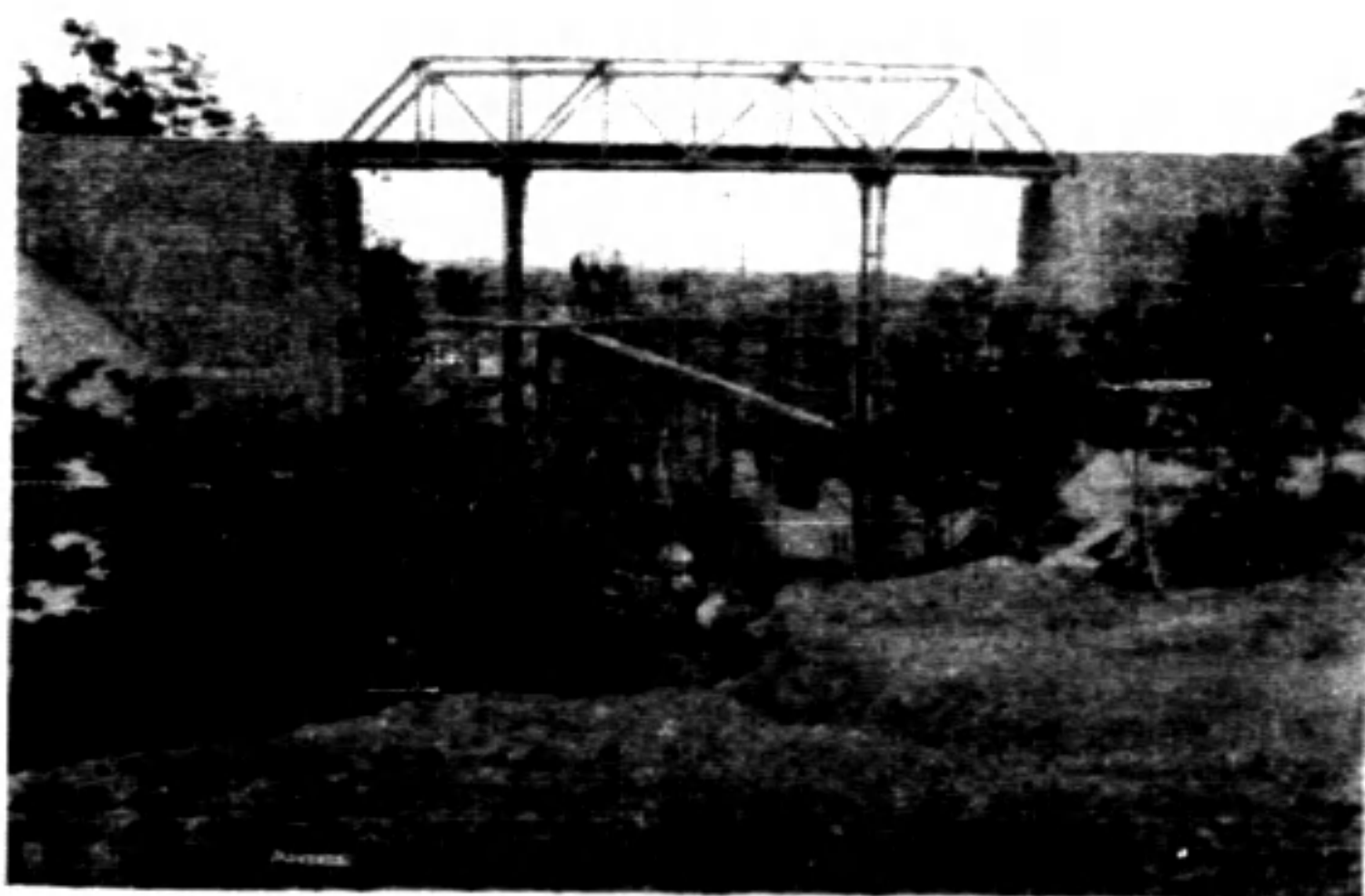
(7)



(8)



(9)



(10)

(6) — (8) 十五公尺鋼橋

(6) 吊去舊橋

(7) 吊置新橋

(8) 新橋落成

(9) 十六公尺混凝土拱橋

(10) 渭水河增築混凝土拱橋橋墩

膠濟路更換橋梁攝影(乙)



(11)



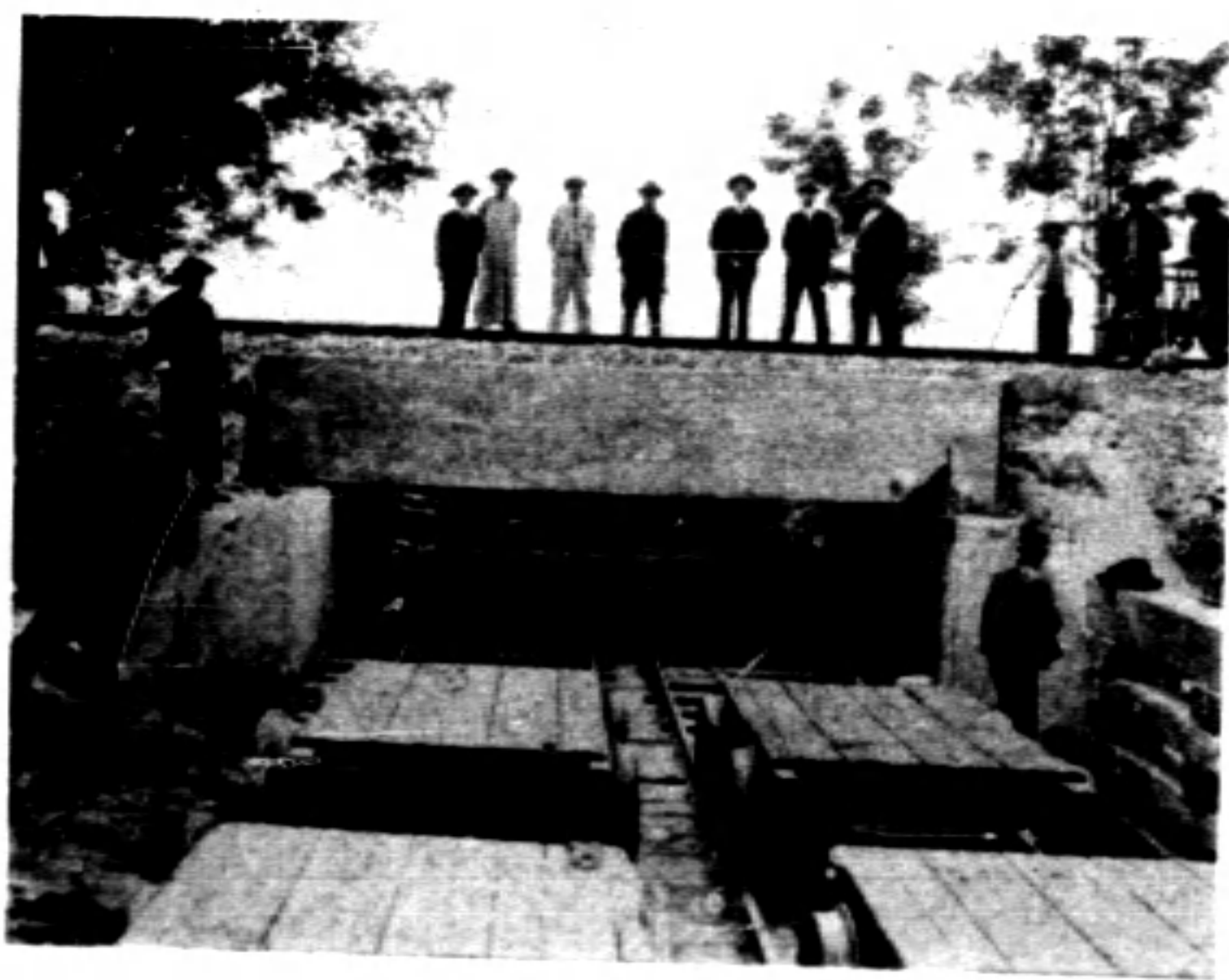
(12)



(13)



(14)



(15)

(11) — (15) 混凝土板橋

(11) 製就之混凝土板橋

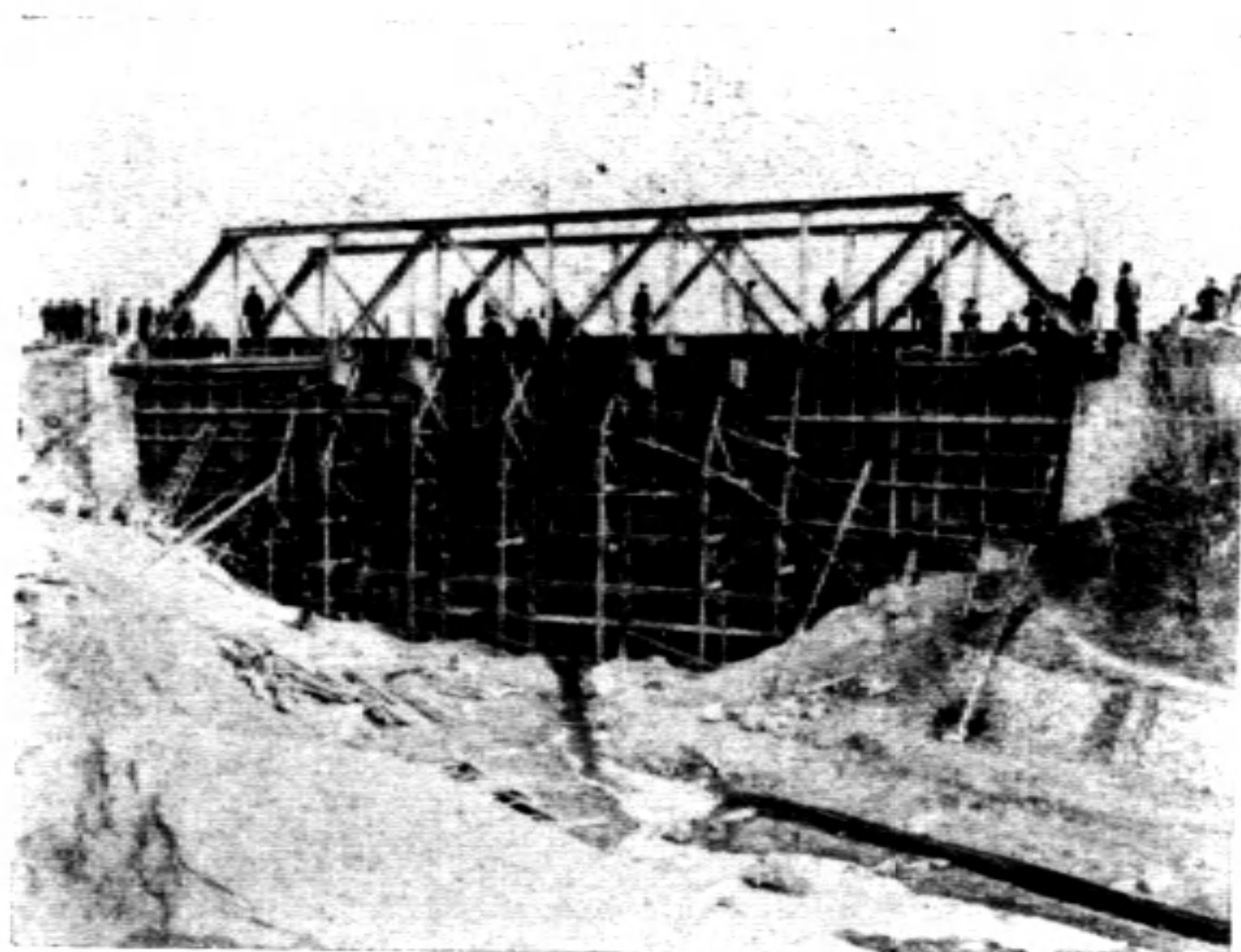
(12) 取去舊橋

(13) 推入新橋

(14) 鋪石渣

(15) 新橋落成

膠濟路更換橋梁攝影(丙)



(16)



(17)

(16) — (19) 二十公尺混凝土拱橋

(16) 搭木架 (17) 混凝土工隊工作情形 (18) 新橋落成 (19) 拆除舊橋



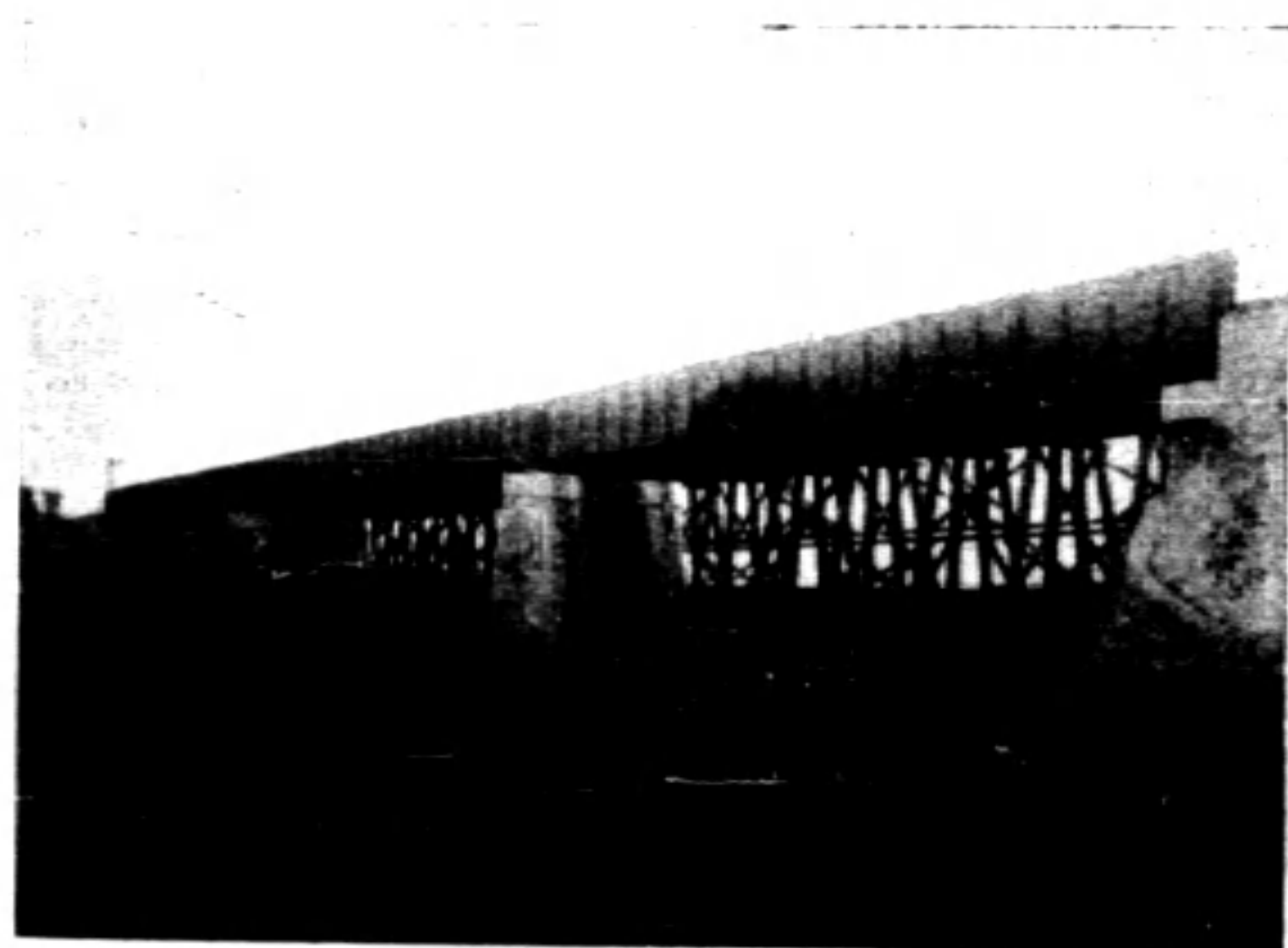
(18)



(19)

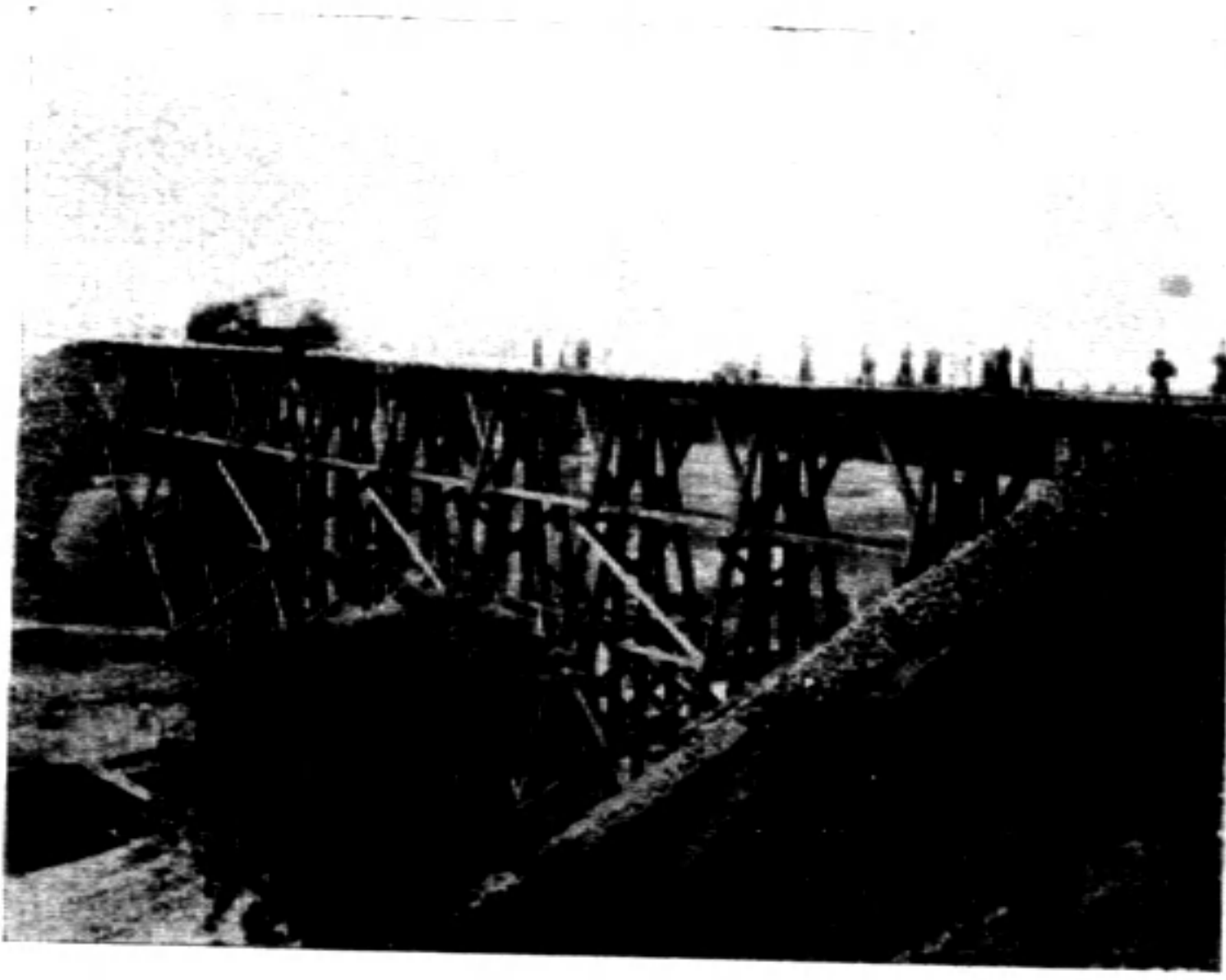


(20) 濰河大橋

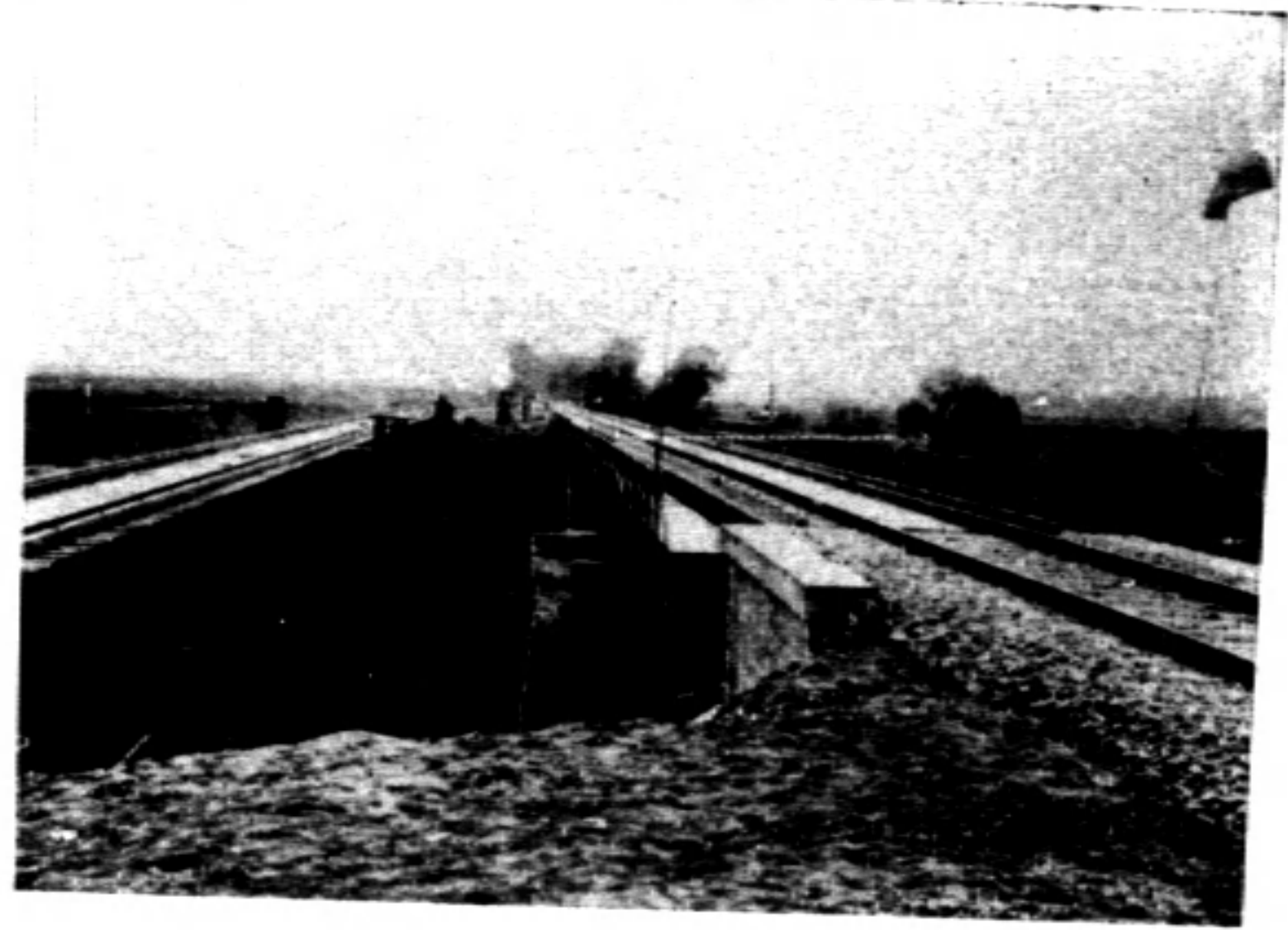


(21) 白狼河橋

膠濟路更換橋梁攝影(丁)



(22) 白楊河橋(便橋)



(23) 白楊河橋(新橋)



(24)



(25)



(26)

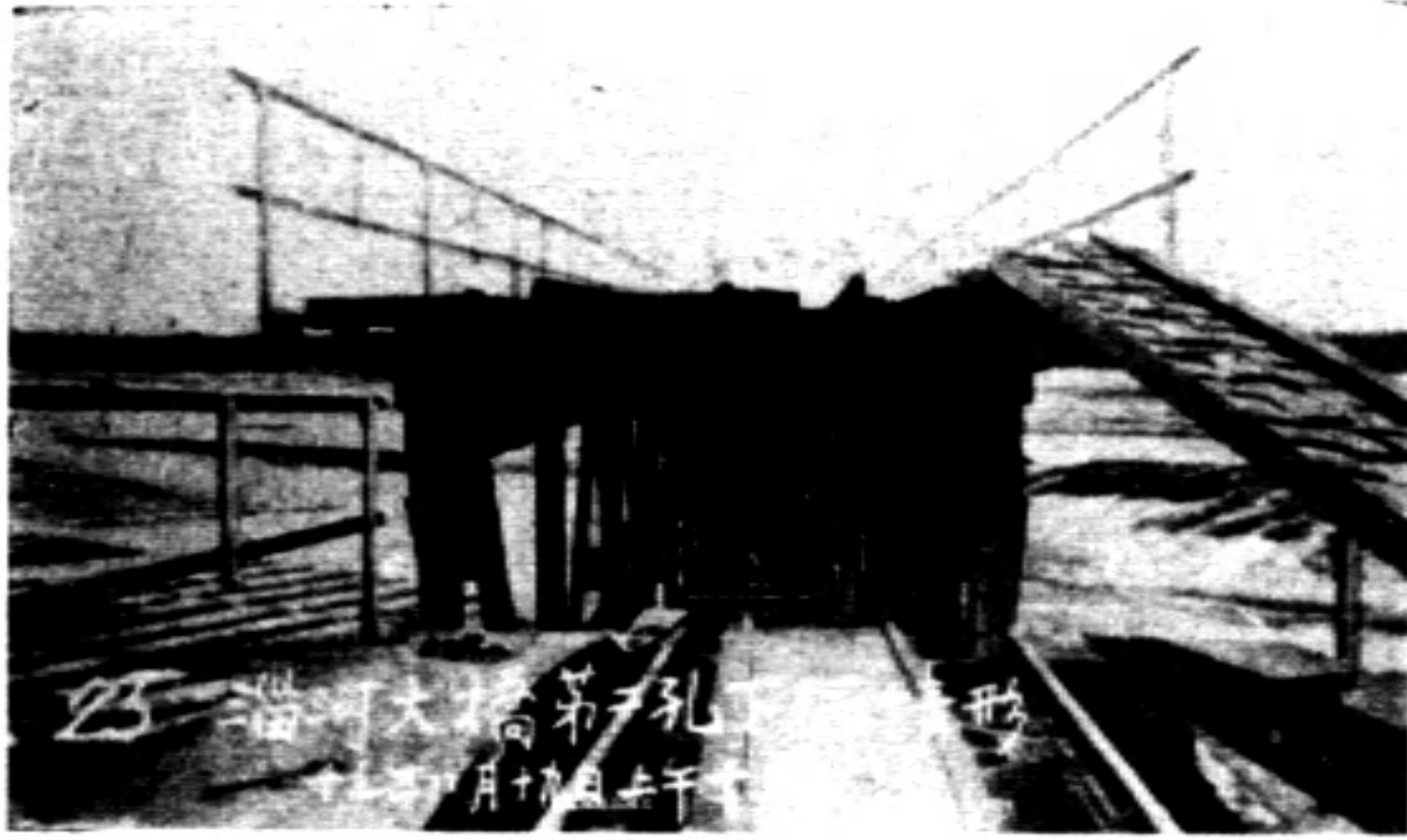


(27)

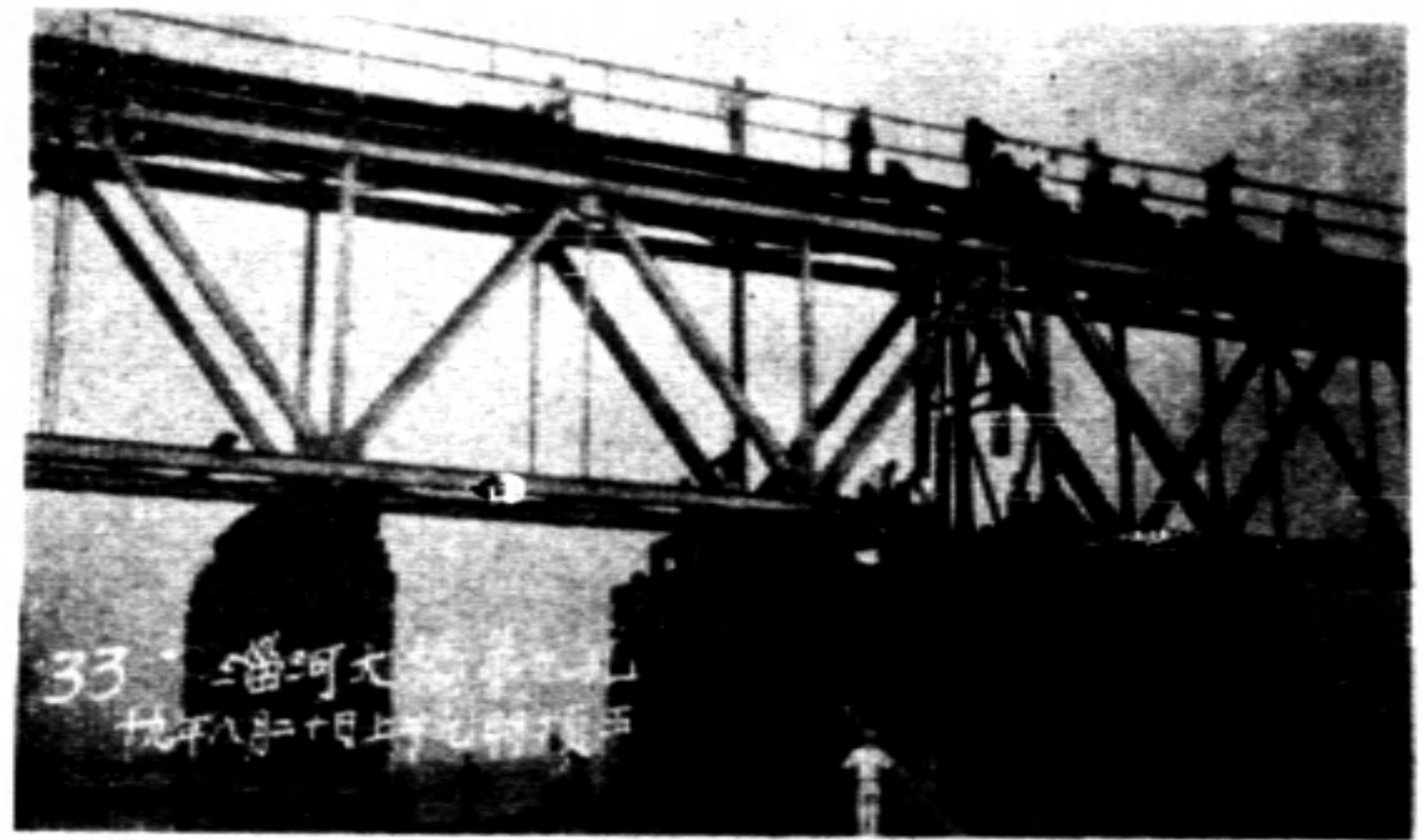
(24) — (27) 十九年軍事燬壞橋梁

十九年軍事波及膠濟路。八月初旬，中央軍自濰河大舉反攻，晉軍西退，用猛烈炸藥轟毀橋梁十餘處，路線中斷，當由工務段工程車追跡趕修，經十晝夜繼續工作，始克恢復全線交通。

膠濟路更換橋梁攝影(戊)



(28)



(29)



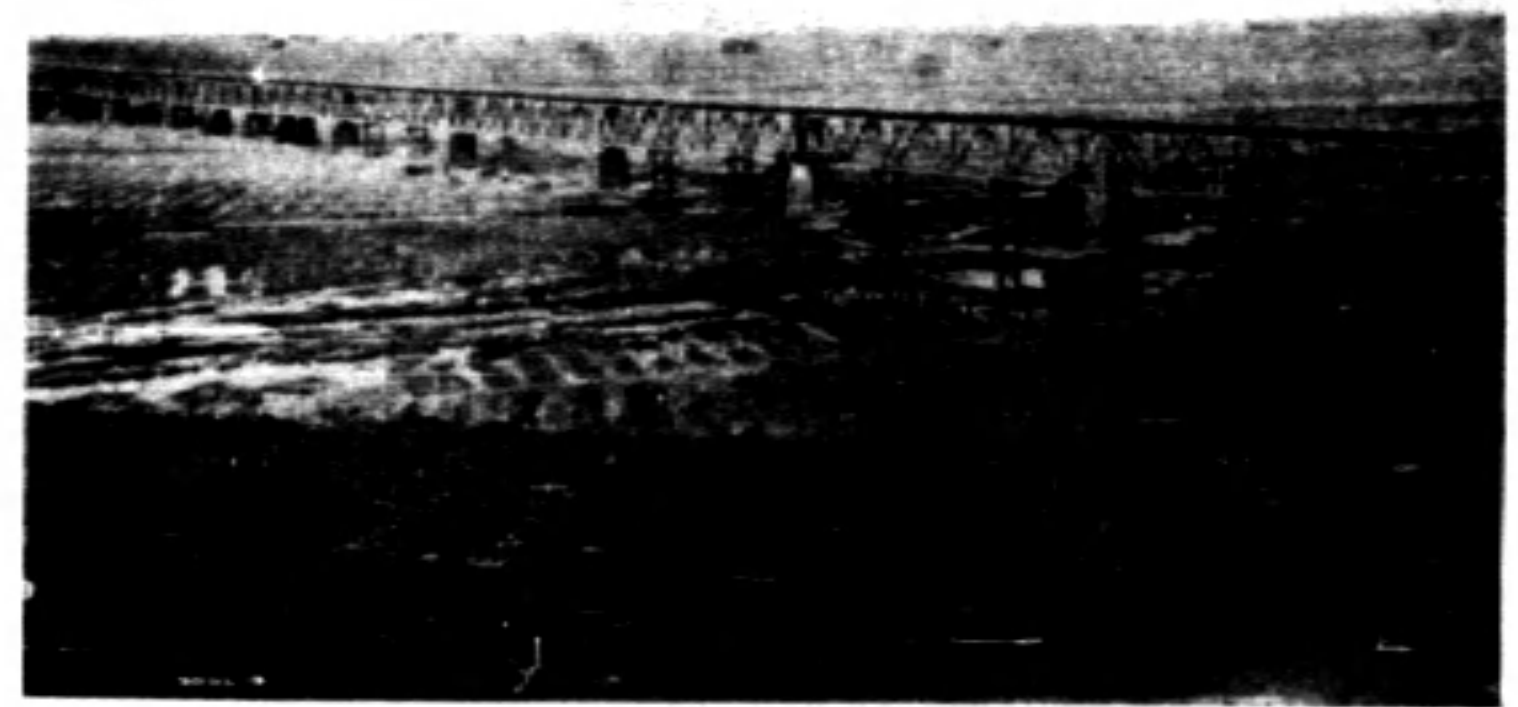
(30)



(31)



(32)



(33)

(28)一(31)十九年軍事毀壞橋梁

(32)一(33)修理淄河大橋

(32)第九孔橋端

(33)全景

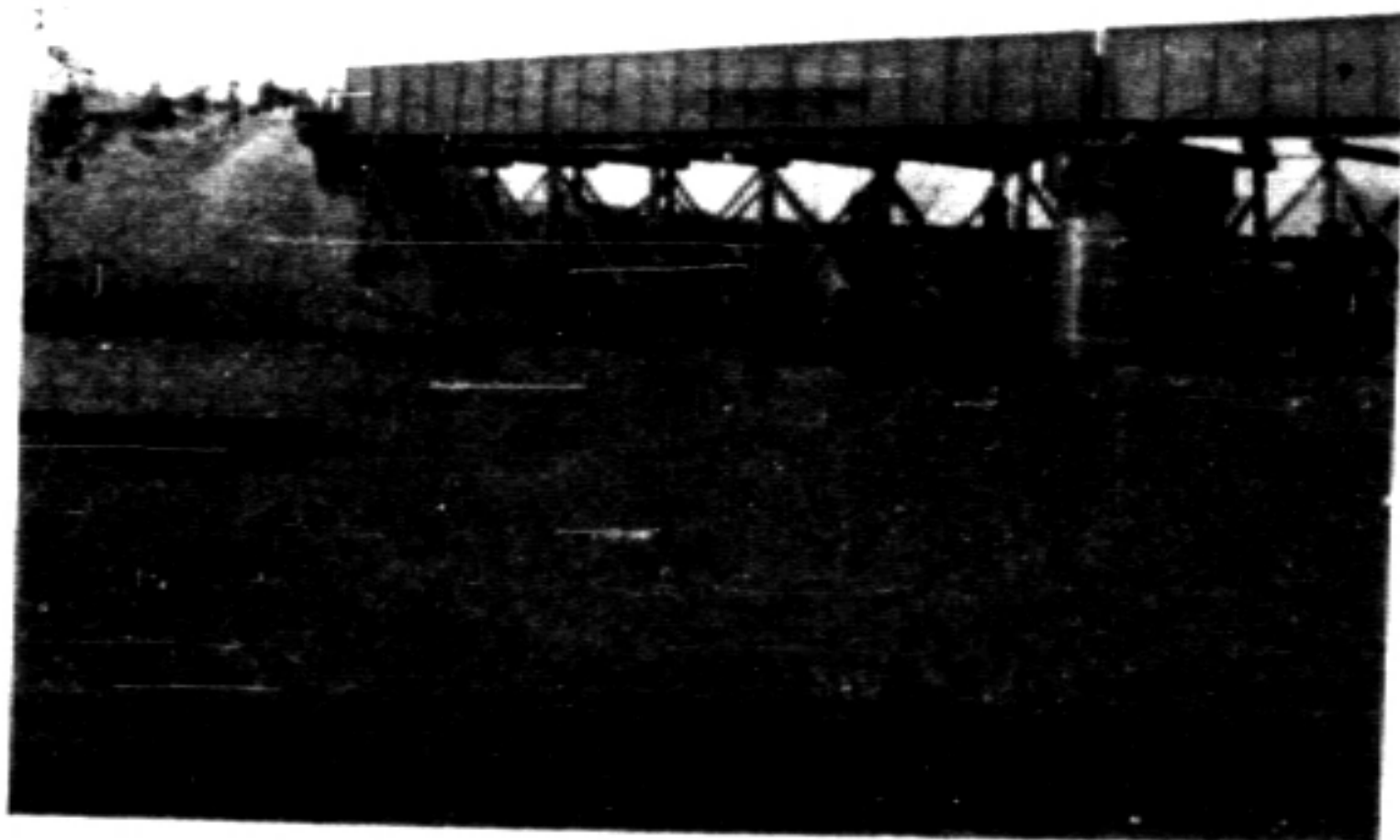
膠濟路更換橋梁攝影(己)



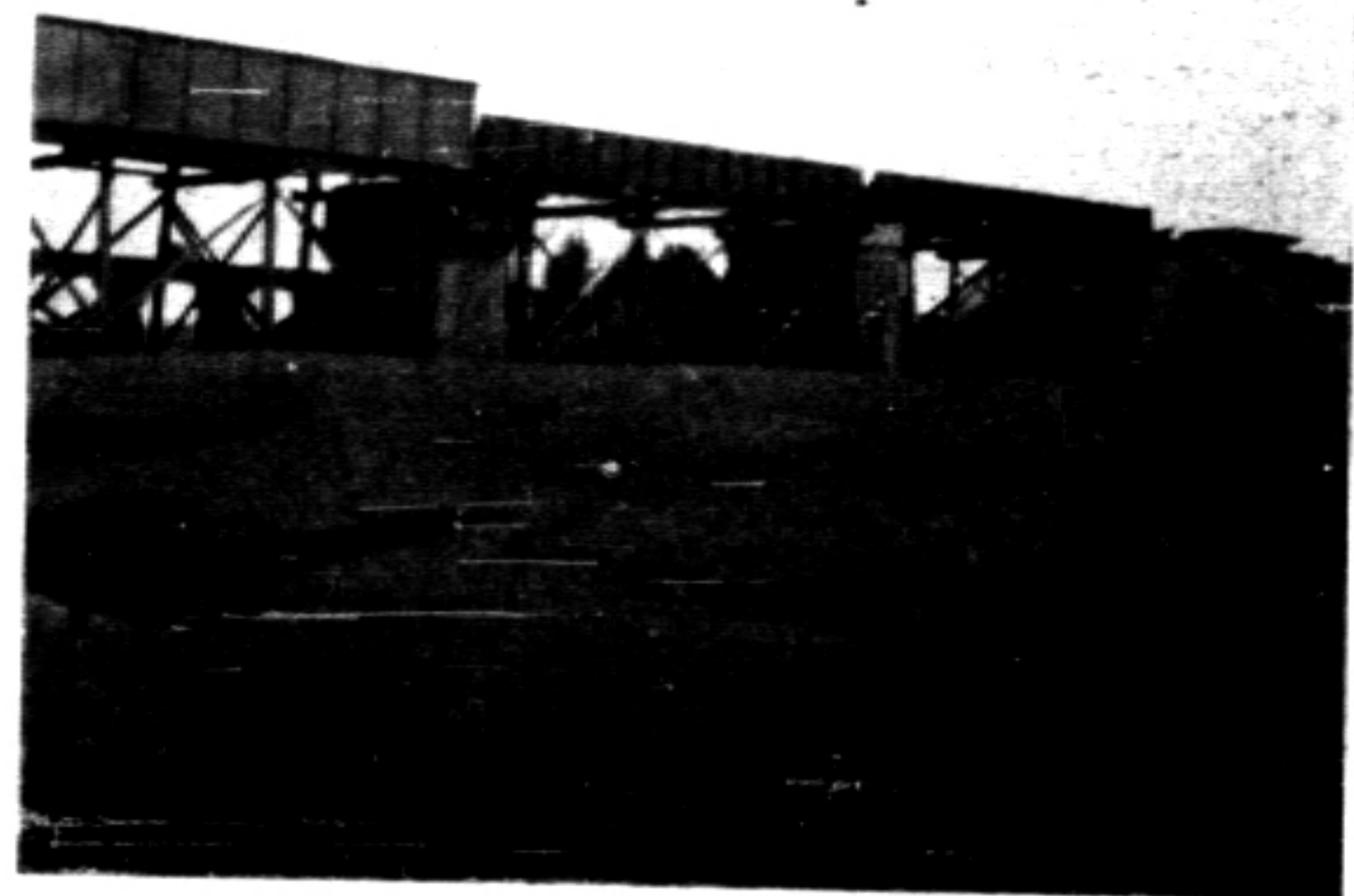
(34) 大丹河橋(便橋)



(35) 小溝河新橋落成

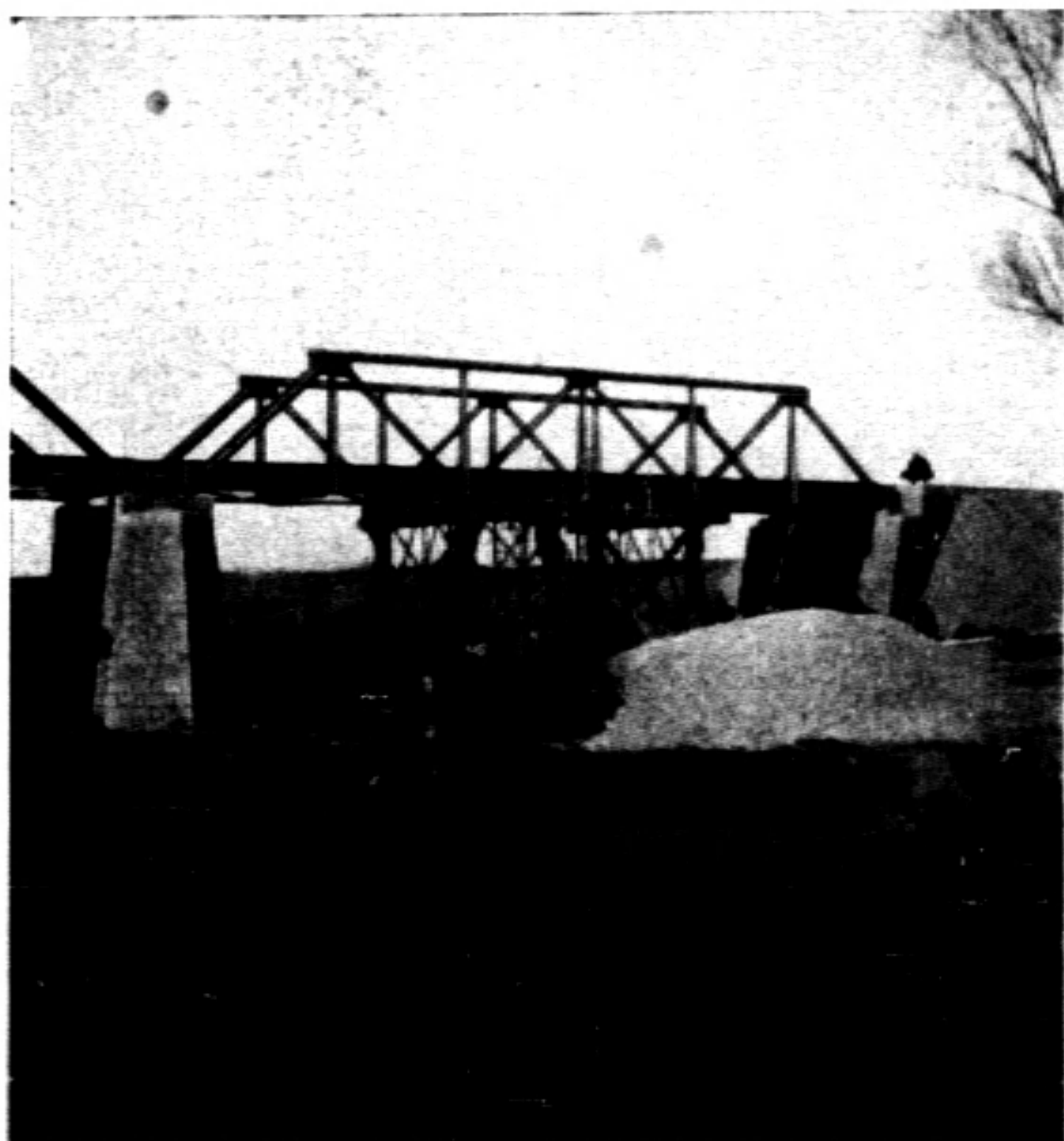


(36) 孝婦河新橋西端



(37) 孝婦河新橋東端

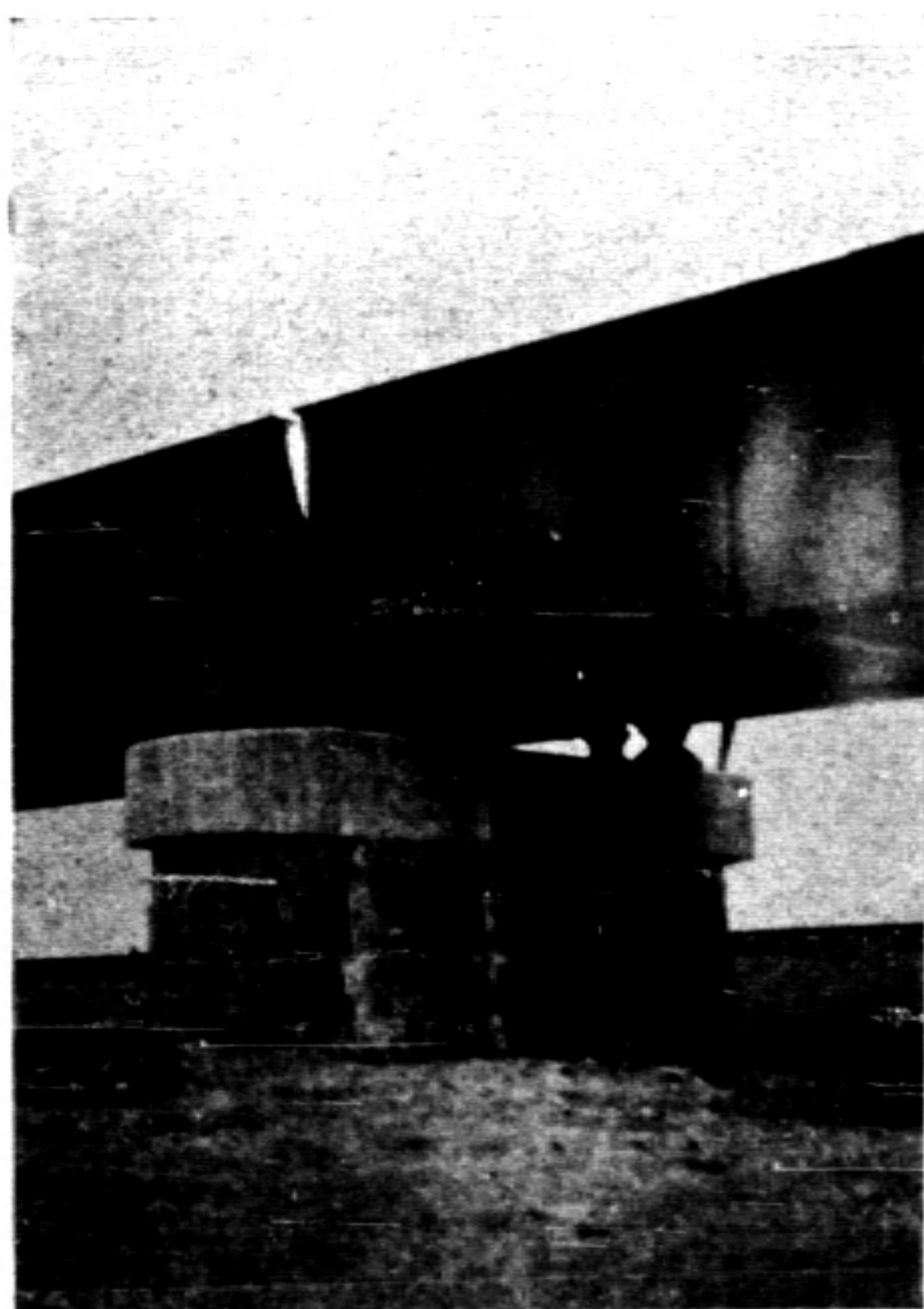
膠濟路更換橋梁攝影(庚)



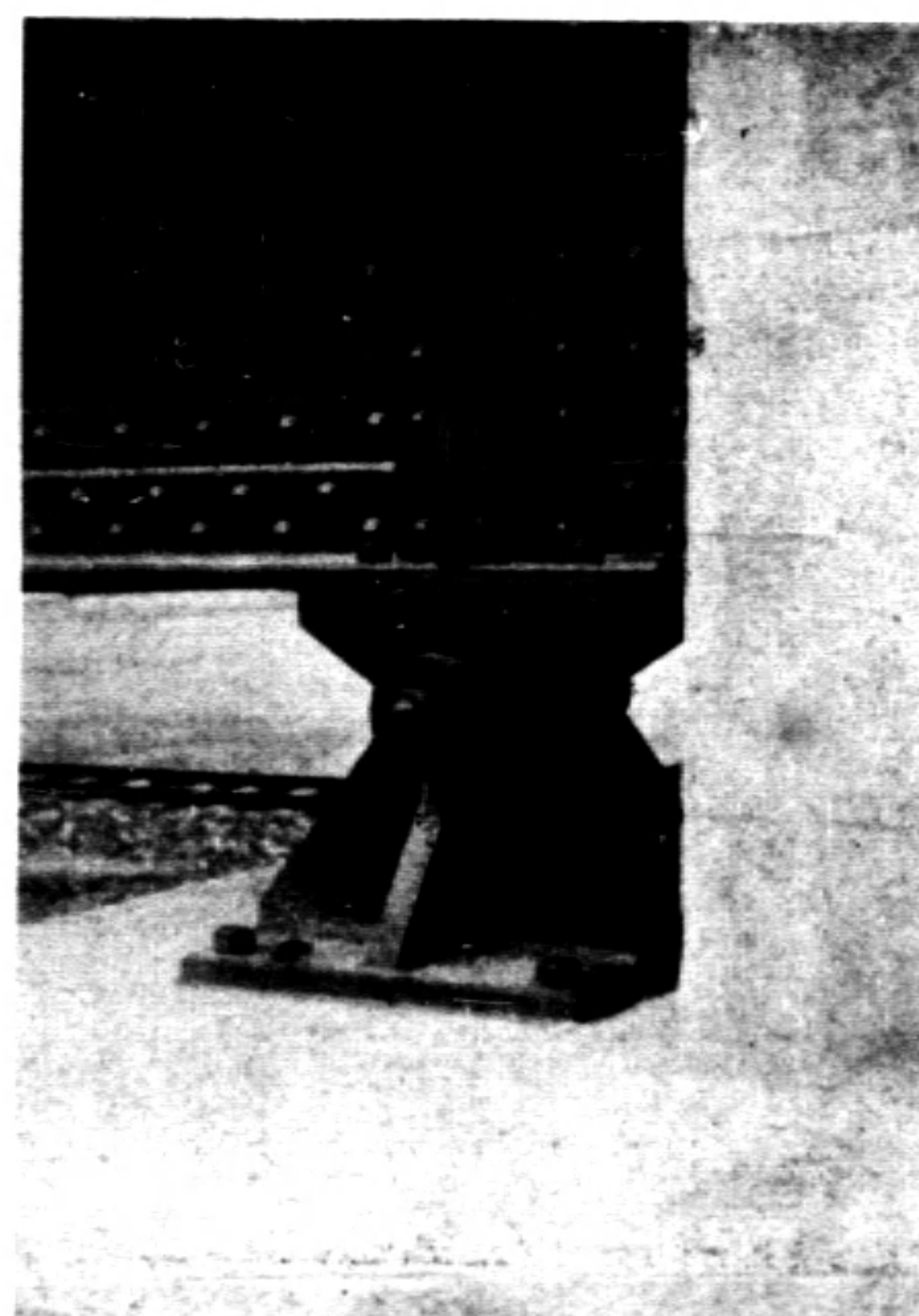
38) 洪家河橋(打樁)



(39) 洪家河橋改築混凝土橋



(40) 白沙河橋橋墩新冠



(41) 白沙河橋橋樑

膠濟路更換橋梁攝影(辛)

對磨平。橋樑之底亦製造十分平整，直接置於混凝土面上，中間不加任何外物，見攝影(辛)(47)。錨釘孔於打混凝土時做好。新橋落平撥正後，即將錨釘插入孔內，灌以洋灰漿，使之膠固。

橋 面

舊橋不用枕木鋼軌直接鋪於工字主梁或縱梁之上，每隔約60公分置一特製軌托。

新鋼橋之縱梁，中心距為1.980公尺，上鋪8"×8"×10'-0"之美松枕木，淨距約15公分。縱梁之上有角鋼，以22公厘之橫螺栓栓住枕木。鋼軌用螺絲道釘釘住。軌外約距25公分處置6"×6"之護軌木。托式鋼梁不設縱梁者，用較大之枕木，以同法鋪於肢鋼之上。枕木均塗臭油。接觸面及栓孔則刷護木油，大沽河橋面已鋪設八年，今仍完好。

混凝土橋與橋台之接觸面，均灌溶化之膠油，洋灰及砂子之混合物，以利漲縮。橋面鋪油砂紙二層，上塗膠油，以資防水。

舊 橋 用 途

九年以來，拆下舊鋼橋計五千餘噸。一部份改造1至10公尺之小橋。一部份改作房架，水塔，天橋，雨棚等結構。尚餘鋼料約2000噸及整孔之橋約1500噸，擬讓售國內輕便鐵路或公路，及留作將來敷設延長線之用。

新 鋼 橋 之 採 購

民國十四年，採購第一、二批鋼橋時原擬令投標商家設計。惟收到標函十數家。檢其設計圖樣。頗少完全合格者。遂改由工務處橋梁室自行設計，繪成總圖，以供承辦廠家繪畫廠用詳圖之根據。並聘定倫敦饒伯特公司為常年檢驗工程司。嗣後各批咸照此辦理。除工字梁外，逐年採購之鋼橋如下表：

| 批 數 | 年 份 | 鋼 橋 噸 數 | 承 辦 者 | 代 表 商 行 |
|-----|------|---------|-------------|---------|
| 一 | 十四年 | 940 | 德國孟阿恩 | 博克威 |
| 二 | 十四年 | 645 | 德國孟阿恩 | 博克威 |
| 三 | 十五年 | 1,046 | 德國克勞伯 | 禮和 |
| 四 | 十六年 | —— | (此批係工字梁) | |
| 五 | 十七年 | 1,480 | 德國孟阿恩 | 博克威 |
| 六甲 | 十八年 | 1,944 | 日本川崎 | 三菱 |
| 六乙 | 十九年 | 70 | 日本川崎 | 三菱 |
| 七 | 十九年 | 912 | 德國克勞伯 | 禮和 |
| 八 | 二十一年 | 142 | 德國克勞伯 | 禮和 |
| 九 | 二十二年 | 162 | 英國 P.S.A.C. | 怡和 |
| 總 數 | | 7,339 噸 | | |

鋼橋在青島交貨之每噸價格,十八年以前均在 200 元以下,十九年金價飛漲,幾至 320 元,至二十二年,始落至 260 元左右。

德英橋梁之野外釧釘孔均於在廠內裝配時就地鑽出。每孔桿件各有專號。不能互換。故裝就後各部份非常緊貼,絕無縫隙。

日本神戶川崎車輛株式會社所製鋼橋,係採美國習慣。重要釘孔均先分別撞出略小之孔,再用寬孔器照鋼製模鈹修正之。同長同式各橋之桿件均可任意互換。結果釘孔均不能十分準對。加以製法較粗,鈹層之間不能緊密。十八年更換之白沙河大橋,完工三閱月,即發見雨水滲漏,以致油漆外面留有水痕之處甚多,嗣用塗木膏墊堵始止。

附誌 歷年主持膠濟路更換橋梁工程者,為前工務處長薩福均,今工務處長鄧益光,前橋梁室工程司鄭華,今第一段正工程司王節堯,今第二段正工程司王洵才。負責辦理其事者為各分段工程司趙培榛,崔義榮,胡佐熙,陸之昌,萬承珪,陳長鏞等。監修重要橋工者為幫工程司姚章桂,李為駿,徐堯,工務員李汝綸,過守常,宋連城,張聲亞,等。曾參與其事現已他調者有前第二段正工程司吳益銘,幫工程司陳祖貽,侯家源,王力仁,工務員金雲等。

平漢鐵路建築新樂橋工程概要

汪禧成 趙福靈

導 言

平漢鐵路爲貫通我國北部之南北幹綫，而我國北部河流大都從西趨東，故路綫跨過大河極多。平漢路原來用比國資本，由比國工程師主持興築，當時限於資本，工程多甚簡略，橋梁建築亦然。橋梁上部構造俱用鋼料，橋孔最大有達六十公尺者，但大多數橋孔俱在三十公尺以下。鋼架構造俱甚薄弱，其設計方法照現在之力學理論觀之，殊多不合；又計算橋梁各肢桿之應力，俱不加其衝擊力。照現行鐵道部規定之橋梁規範書。計算平漢路原有橋梁之載重力，實祇等於古柏氏荷重二十而已。現在行駛古柏氏荷重三十以上之機車，可謂危險已極。至於橋梁下部（即橋梁基礎）亦因當時既未得充分之參考材料，並爲節省工料，急於通車起見，建築亦甚簡單。除北平附近之蘆溝橋爲英國工程師主持，其基礎用壓縮空氣潛函建築構造堅固外，其他由比國工程師主持，築於惡劣地質上之橋基，係一律用打樁方法；大多數用木樁，間有用鋼鐵螺旋樁者。黃河及滹沱河橋乃其一例。木樁長約七公尺至九公尺，四邊圍以木板樁，以防止水流冲刷力之及於木樁上，但平漢路所經河流，河底多爲細砂，水流湍急，冲刷力甚大，雖添加木板樁，仍不足以資防護，故又於基礎四周多投大蠻石，但遇大水時，橋台橋墩仍屢被冲毀，交通因之斷絕。

平漢路於 229 公里附近(屬於河北省新樂縣)與沙河相交。沙河發源於河北山西兩省交界處之山間,從水源至鐵路約長 160 公里,流域面積約有 4000 平方公里。河底一面沙灘,河幅寬廣。夏季山洪暴發,水流湍急。於該河上築路時,架有鐵橋四座,以北岸第一座鐵橋為最大,計長 30 公尺者七孔,及長 18 公尺者十六孔,其他三座俱為長 18 公尺者二孔。各座鐵橋間,則連以路堤。橋梁基礎俱用上述打木樁方法。民國六年發生巨大洪水,第二及第四座鐵橋完全沖毀,路堤沖毀約五百餘公尺。第一座鐵橋被水沖毀橋墩兩座,於大水數日後測量其沖刷深度,最大者為 8 公尺,於此可推測發水時實沖刷至 11 或 12 公尺之深度。除將第一座橋修理恢復交通外,其第二第四兩座則改為 12 公尺九孔之拱形石橋。基礎打 9 公尺長之木樁,四圍復以木板樁保護之。至民國九年大水(較民國六年略小,)第一座大橋橋墩一座被水沖毀,新建之第四座橋(即拱形石橋)亦完全被水沖毀,可知水勢之大矣。乃於該處建築四十九孔 4.5 公尺之木架便橋,復在河床打洋灰混凝土一層,以防止河底土砂被水流沖刷,以迄今日。該木架便橋為臨時性質,且已經過十餘年之久,木質有腐敗之虞,有從速修建正式橋梁之必要。查該處原有橋梁,俱以基礎入地過淺,水流湍急,沖刷力大,遂為洪水所毀。自後建築新橋,自不宜再蹈前轍,基礎須特別堅固,以收一勞永逸之功。查該處河底地質。大部份為砂礫,夾少許粘土,探鑽至河底下五六十公尺處,仍不見有堅硬岩盤。基礎構造似以用井筒方法為佳,支持活荷重及靜荷重須倚賴井筒與地層內砂礫或粘土之摩擦抵抗力,及地盤之承托力。井筒須沈下甚深,俾河底土砂縱被水沖去相當深度,橋基仍不致發生危險。井筒基礎可用開頂做法或用壓縮空氣潛函做法。平漢路備有大小打水機數種,堪供應用,又有機器打樁機數部,可改作捲揚機之用。用前法時,祇須製造挖土機斗數部,並將舊存之潛水衣數襲修理,則可着手興築。如用後法,雖可縮短工作時間,惟工費較巨,需用機器較多,且又為平漢路所

無者。開頂沈井方法與普通挖水井法無大差異，有多數包工積有此種經驗，如用壓縮空氣潛函做法，則極難覓有經驗之包工，故決用前法。

地 質 調 查

該處河底曾於民國八年試鑽數處，深達河底以下五六十公尺。其地質種類不一，有細砂層，有粗砂層，有粘土層，又有砂層內夾石子者，但仍未達到堅硬之岩盤。建築新橋地點附近，前建有二孔10公尺橋一座，又九孔12公尺石拱橋一座，均先後被水沖毀。舊橋一部份沉入土砂內，未能除去。又歷年為保護橋基，減少水流之沖刷起見，於附近河中投下蠻石不少。故在井筒未沈下以前，擬於各建築井筒位置從新探鑽地質一次，以便預測井筒沈下時有無碰着舊橋或大蠻石之危險。探鑽地質工作，用平漢路之探地伏，從二十二年十二月六日開始。鑽驗之鐵管內徑為2公寸。先將南北兩橋台基地之地質探鑽完竣後，即探鑽最接近舊橋之第一號及第二號（從北數起）橋墩基地之地質，每處探鑽約20公尺。於第二號橋墩處河底地面下6公尺處，曾經撞遇大石，並將其一部份取出。查其石質，與上述兩座被水沖去之舊橋所用石料完全不同，想為前此投落河內用以保護橋基之大蠻石。其餘各處所探之地質，與民國八年探鑽所得結果無異，第一層約5公尺為細砂，其下約6公尺為粗砂夾石子，又其下約7公尺為大粒粗砂夾石子，再經一層約1公尺之細砂，即達約厚6公尺之粘土層。以上四處地質，於二十三年二月九日探完。因距井筒開工時期已近，且以其餘三處未探鑽之橋墩，地址俱離被水沖毀之舊橋較遠，故可毋庸續探。南橋台共探20公尺，費時十七日；北橋台探25公尺，費時十九日；第一號橋墩探22公尺，費時十三日；第二號橋墩探19公尺，費時十七日。共探86公尺，費時六十六日。所需工費計銀733元，平均每日可探1.30公尺，每公尺工費銀8.52元。

設計大要

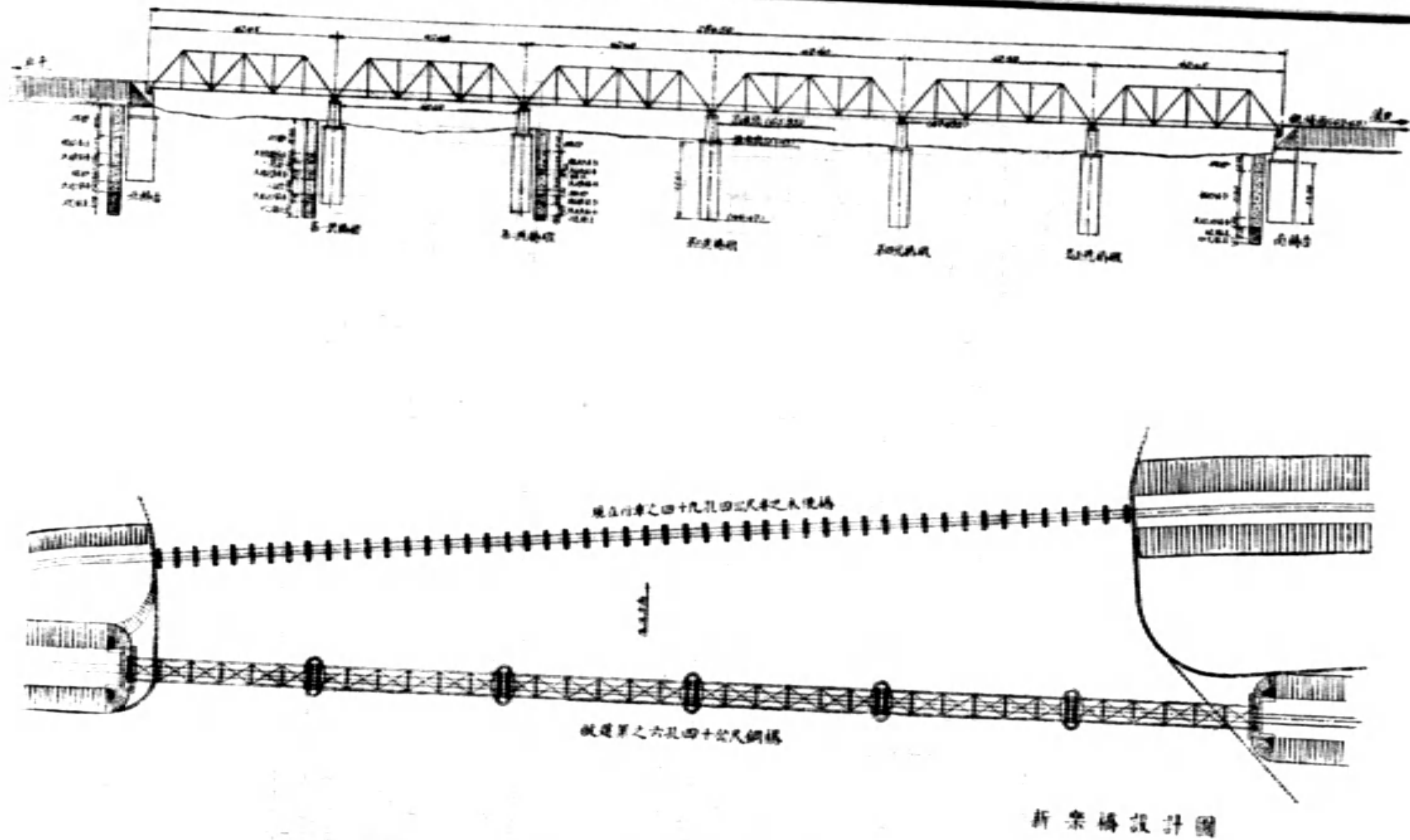
(1.) 橋梁孔數及孔寬之選定 於該河上流建築堤壩,將該河之水,大部份導往北岸大橋,而於現在木架便橋處改築小橋,亦屬於一種計劃。經詳細研究,建築堤壩工程浩大,且北岸大橋之橋墩橋台,基礎淺弱,流水洗刷,岌岌堪危,將孔寬減少,則危險更大,決非良策。現在木便橋為四十九孔,各長4.5公尺,總長220.50公尺。新計劃擬定總長為240公尺。該處水位既高,橋梁以下承式為適宜,其孔數及各孔寬度之配合有下列數種:

- (1) 八孔各30公尺長之下承鋼鈹橋,
- ✓ (2) 六孔各40公尺長之下承鋼桁橋,
- (3) 五孔各50公尺長之下承鋼桁橋,
- (4) 四孔各60公尺長之下承鋼桁橋。

至於採用何種最為經濟,最為適宜,可作簡單之比較研究之: 30公尺之矮鋼桁橋,結構不堅固,鐵道部設計不採用此種型式,故不列入。橋台橋墩之價格,對於各種孔寬,雖稍有差異,惟因做法相同,其每個價格當無重大出入。為便於計算起見,橋墩價格每個假定為一萬八千元,橋台每個二萬五千元;又30公尺下承鋼鈹梁每架重102噸(俱按古柏氏荷重五十設計),40公尺下承鋼桁梁每架重131噸,50公尺鋼桁梁每架重190噸,60公尺鋼桁梁每架重260噸,每噸鋼料架設及油漆費以三百五十元計算,與上列各項佈置辦法相當之總工料費約如下:

- (1) 461,600元; (2) 415,100元; (3) 454,500元;
- (4) 468,000元。

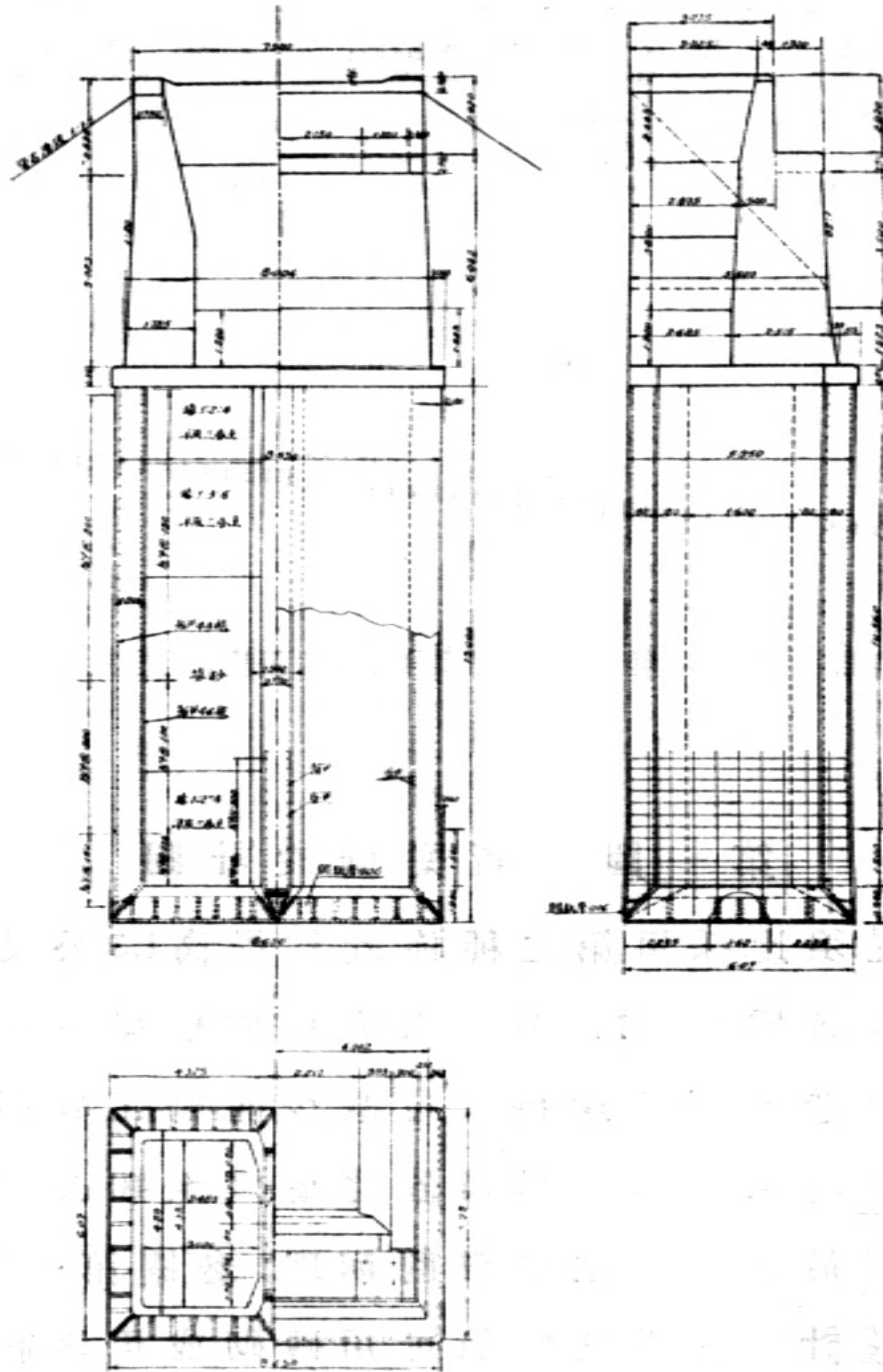
參閱上列數字,可知第二種佈置最為經濟。且平漢路鋼橋,除一兩座特殊者外(漢口附近頭道橋二道橋共有六十公尺橋三孔),其餘孔寬俱在40公尺以下,若新樂橋採用50公尺或60公尺之孔寬,將來於保養上有許多不便之處。又第一種佈置如改用上承



第一圖 新樂橋設計圖

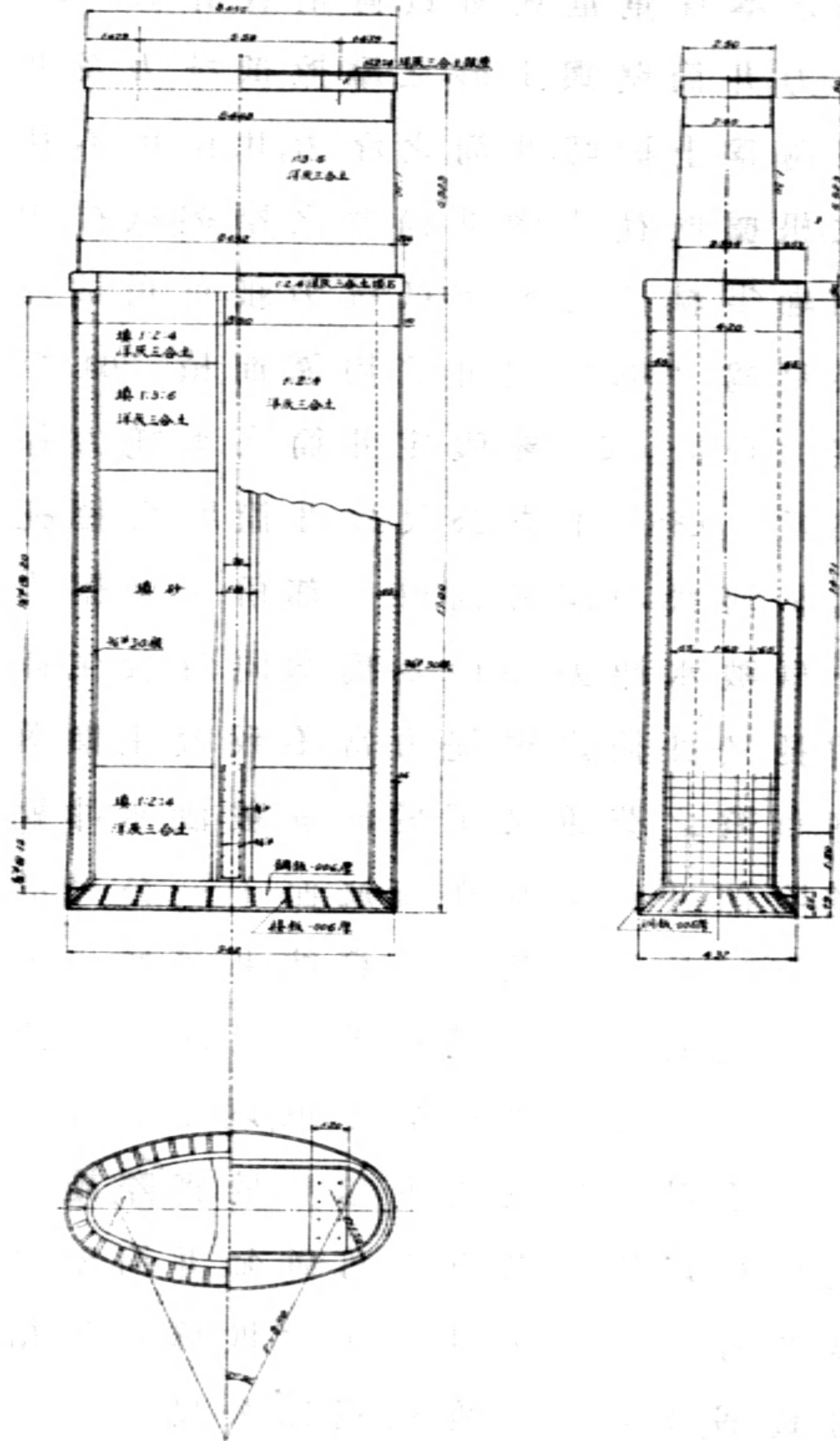
鋼板橋,則路堤須比採用第二種佈置約提高1.5公尺,非特築路堤工費增多,且離該橋約 170 公尺處有已成橋梁一座,若將路堤提高,非將該橋改造不可,故鋼料雖可減少,而總工費則較多。基於以上各點,新樂橋決採用第二種佈置建築之。至40公尺鋼桁之設計,則依照鐵道部最近設計之標準圖辦理。(參閱第一圖)

(2) 井筒設計 沈井之井筒可用磚砌,或用鐵筋混凝土築成。每橋台橋墩可用井筒一個或兩個。普通磚砌井筒俱為圓形,故於橋台橋墩寬大時多用井筒兩個。鐵筋混凝土井筒比磚砌者較為堅固。沈放井筒時倘有發生傾斜情事,磚砌井筒有崩裂之虞。故於地質均勻之處,及井筒矮小,工作簡易,且數量甚少,模型板之費用較大時,以磚砌井筒較為經濟。至於本工程所用之井筒,沈下深度預定達17公尺,而地質不均,砂礫粘土凡歷數層,且井筒共有七個,其模型板可以反覆使用,故以用鐵筋混凝土建築較為得策。每橋台橋墩各用井筒兩個較用一個可省材料及工費,但用井筒兩個時,恐各井筒之強弱不一,致日後橋台橋墩有傾斜之虞,故本工程之橋台橋墩只用井筒一個。橋墩井筒作橢圓形(第三圖),一為適



第二圖 新樂橋橋台設計圖

合橋墩上部形狀，一為橢圓形利用穹弧作用，比較堅固，最為經濟。橋台上部形狀為方形，若用橢圓形井筒則覺太大，故以用方形為適當（第二圖）。本工程所用之井筒，其構造俱依照既往各種之先例而決定之。橋墩井筒為長徑 9 公尺，短徑 4.4 公尺之橢圓形，壁厚 65 公分，中間壁厚 70 公分，井筒端角度為 45 度，下端以鐵板被覆之，尖端用角鐵，中間壁只築至井筒壁直線之部份為止，使潛水夫得自由出入井筒左右兩室，井筒壁內設縱橫鐵筋。橋台井筒為長 8.60 公尺，寬 6 公尺之方形，壁厚 80 公分，中間壁厚 70 公分，鐵蹄構



第三圖 新樂橋橋墩設計圖

造與前者無異；中間壁尖端與外壁齊平，惟中央開一孔，使潛水俟得自由出入井筒兩室。井筒壁用1:2:4之水泥混凝土，井筒填肚最下層用1:2:4洋灰三合土，中層填清淨之砂；其上填1:3:6洋灰三合土，最上層填1:2:4洋灰三合土。

(3) 井筒沈下深度 井筒沈下之深度，須根據井筒應負之載重及水流洗刷深度而定。假定橋墩井筒沈下深度為低水位下17

公尺，算得井筒之本身重量與所負荷重合計約 1895 噸。井筒所受之總托力為浮力，井筒壁與土砂之摩擦抵抗力及井筒底地質之承托力。井筒四週為土砂時，井筒之浮力，其作用不甚顯明，為安全計，暫時省略之。根據既往之例，井筒壁之摩擦抵抗力略為每平方公尺一噸至四噸半。精確之摩擦抵抗力祇可用試驗方法決定，今假定每平方公尺為 2 噸，則用井筒周圍面積 364 平方公尺，故井筒周圍之摩擦力合計 728 噸。假定井筒底承托力每平方公尺 40 噸，則因底面積為 30.88 平方公尺，故井筒所得總托力可達 1963 噸。若遇流水猛烈，河底沖深，井筒壁一部份之摩擦力因以消失；但井筒周圍之土砂被水沖去，井筒及橋墩同時發生確實之浮力作用，兩力互為消長，於井筒之總托力，當不致發生顯著之變更。井筒既須能承載應負擔之荷重，又須於河底被洪水沖刷至最大深度時，仍不發生危險，即井筒頂應在河底面下一公尺，故橋墩與井筒實埋在土砂內有 18 公尺之深。經計算結果，河底土砂縱被水沖空 9 公尺，於橋上行駛列車，亦無危險。若遇民國六年之大洪水，河底土砂沖深至十一二公尺，仍可行駛慢車。以上計算井筒，各種托力俱不過根據學理予以假定。為慎重起見，於實際施工時，井筒沈下後，尚須於井筒頂加以測驗荷重，俾可確知井筒壁之摩擦力。橋台井筒沈下深度，亦可照上述方法決定之。惟橋台體積較大，而該處流水沖刷力亦較弱，故井筒深度祇用 13 公尺。

(4) 井筒施工方法 建築橋梁工程中，以井筒沈下工程較為困難。其做法如下：先於建築井筒地點，將地面掘平搗實後，安配鐵蹄，再築井筒最下部之鐵筋混凝土，經過一星期，俟混凝土凝結後，即將模型板除去，將井筒內砂土挖出，使井筒緩緩沈下。若井筒內湧水不多，打水機可以抽乾時，則用人工直接在井筒裏挖取砂土。至井筒內湧水太多，不能在井筒裏工作時，則用挖土機斗挖取砂土。至井筒沈下相當深度，即停止挖土砂工作，再築井筒身第二段（長 4 公尺），俟混凝土凝結後，照前法將井筒內砂土挖取。如遇井筒

壁摩擦力太大,井筒重量不足,至不能沈下時,則於井筒頂加載鋼軌。如是以 4 公尺爲一段,將井筒沈至預定深度。即倒 1:2:4 混凝土一層,厚 4 公尺,在水中凝結。經過二星期後,將井筒內之水抽乾,再以混凝土及砂將井筒內部填塞。

工 程 預 算

新樂橋建築經費之預算如下:

| | |
|-------------------|-----------------|
| 1. E50, 40 公尺鋼梁六座 | 331,800.00 元 |
| 2. 鋼梁架設及油漆工料費 | 31,600.00 ,, |
| 3. 橋墩井筒五個 | 77,686.10 ,, |
| 4. 橋台井筒兩個 | 44,057.06 ,, |
| 5. 橋墩五個 | 11,575.30 ,, |
| 6. 橋台兩個 | 6,604.24 ,, |
| 7. 築路堤及砌蠻石滑坡 | 12,864.00 ,, |
| 8. 敷設軌條 | 7,490.00 ,, |
| 9. 鑽驗地質工費 | 1,120.00 ,, |
| 10. 雜費 | 15,703.30 ,, |
| | 總計 540,500.00 元 |

做上列預算時,金價甚高,故鋼梁之價格亦隨之而高,若照現在之匯率,祇鋼梁一項,可省約十萬元。

除鋼梁須俟橋基工程進行至相當程度時再行購買外,其建築橋基需用之鐵料洋灰等,均已由本路自行購備,橋基及路堤工程則招商承辦,業於二十二年八月開標。計投標者共七家,投最低標者爲包工倫嶽,標價爲三萬八千餘元,投次低標者爲包工高錫章,標價五萬五千一百九十五元六角七分,而本路預算爲六萬五千八百二十九元八角七分(鐵料及洋灰除外)。包工倫嶽標價雖最低,惟其所附條件不妥,對於沈井時井筒內之水不負責任,故不取該標,而以投次低標價之高錫章得標承辦。

杭江鐵路金華橋及東蹟橋

鋼板樑施工紀實

支秉淵 魏如

杭江鐵路已於民國二十二年十二月間全部通車。以縱長三百六十里，經歷浙西山嶺錯雜，溪流湍急之區域，施工庀材，其困難可知。而當事者竟能在極短時間內，運用拮据萬分之經濟能力，完成此浙西最大之交通樞紐；其辦事之迅速，措置之得宜，實有足為吾人矜式者。作者幸得附驥，曾為該路建築鋼鐵橋面六座，日夜經營，心力交瘁，卒能尅日完成，頗堪自慰。事後尋思當時籌備擘劃之苦心，一得之愚，頗有足供工程同志之參考者，爰為縷述如次。

鋼橋式樣 作者所建造之六座橋梁中，其最大者有二，均為載重 E-50 之板樑式。每孔長 77 呎，高 8 呎，寬 8 呎。腰板用 $3/8$ 吋厚鋼板與 $8 \times 8 \times 3/4$ 吋之角鐵，連接而成。蓋板用 $3/8 \times 16$ 吋鐵板。每面有 $6 \times 3\frac{1}{2}$ 吋撐腰角鐵。兩板樑中間，用 $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times 3/8$ 吋角鐵，互相牽連。每孔重 33 噸。每橋全重約 400 噸。

橋址地形 上述二橋，一座建在金華江上，全長九百餘呎，分為十二孔。一座建在衢州附近之東蹟江上，全長 1000 呎，分為十三孔。所經河流，均為錢塘江上游，乾涸時深僅數尺，瀾望沙磧。漲水時洪水滔滔，兩岸泛溢。挾沙走石，勢甚洶湧，但不崇朝而一瀉無餘。廣灘一片，盡為粗砂石礫所積成。塊之大者，直徑達六吋餘，其水勢之湍急，可想而知矣。

工作規範 全部設計圖樣，均由路局供給。一切規程，均以鐵道部橋樑規則為標準，由路局特派工程師駐滬監督。限期於材料

到滬以後，二十日內，須完成四孔板樑之鑽眼及配料工作，即日出廠。以後每隔二十日，須送出板樑四孔。共計六十日內，須將全橋送出。材料到達橋址後，限期每二十日內，須將橋樑鉚好四孔，裝妥四孔。前後計八十日內，須將十二孔橋樑鉚好裝完，預備通車，無論風雨，不得延期。

工場佈置 欲將八百噸重之橋樑工程，於短期間內，促其完成，非有寬大便利之工場，勢必至畏雨避風，延誤日期。此次所佔之工場面積，計上海廠內，有雨棚約七千方呎，空地六畝；天雨時又添張布篷，以蔽工人（攝影一）。金華江橋邊，時患泛溢。為預防妨礙工作起見，特於車站附近，擇一高地，建築臨時軌道，通入場內；以便每孔鋼橋鑄完以後，可用平車拖至離場十里外之橋址。場內架設臨時房屋及布篷，以蔽風雨。（攝影二）

東蹟江橋之工場 在江心沙灘上。因該江中心，有極大之天然平灘，頗適于作臨時工場之用。又該處材料，均用船運，卸置灘上，裝好鉚釘，費用較省。惟江水盛漲時，或有淹沒之虞；故對於應用器具之易于移動，及不易為水所沖刷，為佈置時所最宜注意者。

廠內設備 廠內應用工具，冷作場內有滾床，剪床，沖床各一具。機器部有各種刨床，銑床，車床等多具。通力合作，綽有餘裕。

鑽孔樣板，為求迅速準確及耐用起見，無論大小，概用鐵板製成。抹眼之方法分為二種。長行眼孔之抹法，先在鐵料上彈一直中心綫；然後憑樣板劃出每眼孔之其他中心綫。至斜角接頭鐵板之眼孔，則由鑽好眼孔之鐵樣板照樣印出。

第二步為用定心沖點定每個眼孔之中心。藉此畫與眼孔同大之圓圈，四周沖小點，使鑽眼者有所憑藉，監工者易于視察。

鑽眼工作，事前曾購電鑽數具，以備試用。結果費工甚巨，效率極微。而上海板眼工人，依此為生者，不下數百人。此輩工人，可以臨時雇用，每人每日可扳七分眼孔自六十只至一百只，工資二元。其所鑽之眼孔，光滑雖不及電鑽，而準確則有過之無不及。

此次路局規定7/8吋眼子均須鑽出，故除6/8吋以下之小孔外，沖床應用極少。

此外如撐腰角鐵之灣曲部份，均用鐵模軋出。鐵板之不平直者，及角鐵之灣曲者，因有滾床及伸直器等之設備，均能應付裕如。

鑄釘設備 金華東踏二橋，均在浙江西區，沿途裝運，極感困難，每件重量，愈輕愈妙。故全樑材料，于上海工場運出時，均係散件，達工地後，重行裝配鑄釘。每橋計有7/8吋鑄釘五萬只，約期于六十天內完工。在場應用之工具，有新中公司自製之二十匹馬力引擎三具，每具能拖動新中公司自製之六吋半徑壓氣機二具，足供八只鑄釘機需用之壓氣。場內壓氣總管，係用1½吋鐵管，最長時達四百餘尺。支管或用鐵管，或用軟橡皮管，視工地之需要而定。(攝影三)

平均每只鑄釘機，須用五人工作，每日可鑄7/8吋徑鑄釘約二百只。惟鑄釘罩極易損壞，必須多帶備貨。所幸新中公司機器廠能自製造及焯火。故能供給不匱。

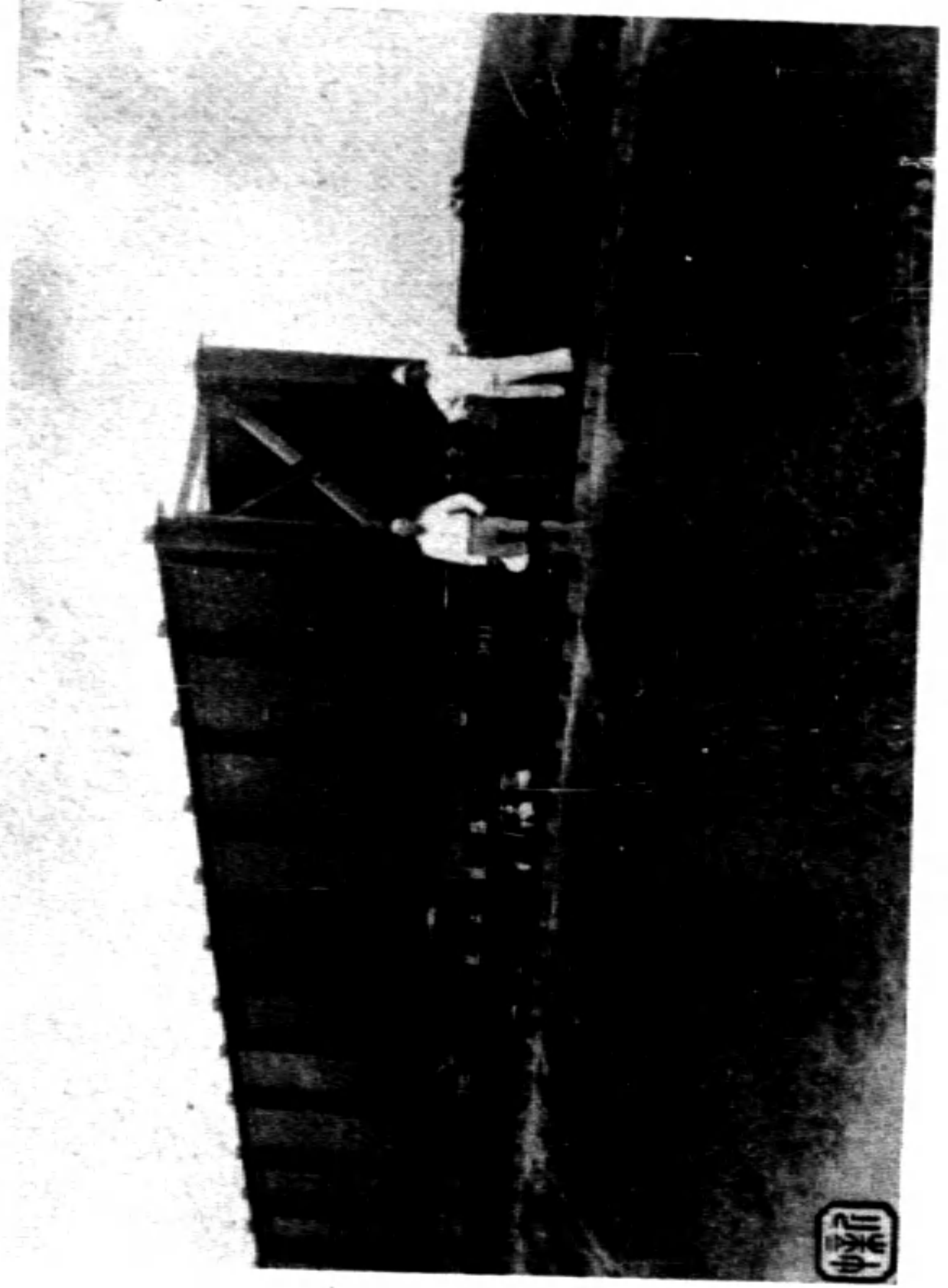
裝吊方法 全孔鑄成後，用千斤頂 (Jack screw) 四具，將橋高舉，推入三十呎長之平車二部於其下 (攝影四)。車上放方木，佈重及四輪，方木之上，放4×12吋板，橋樑擱於其上，行動時，二車可左右轉折，行駛如意。裝妥後，以機車送至橋墩。

裝置笨重鋼樑，初時頗感困難，又因不熟當地情形，費時勞工，在所不免。

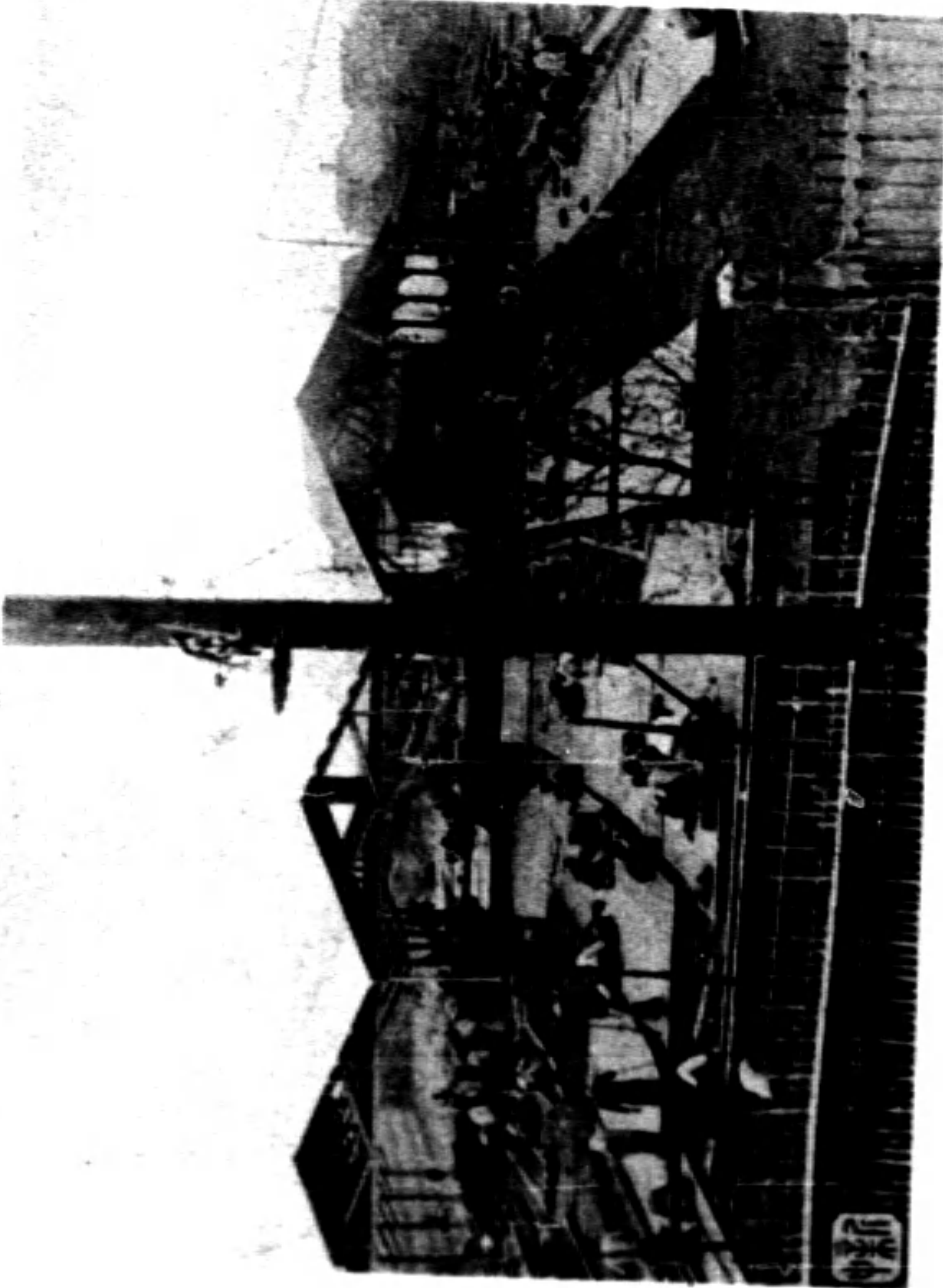
裝第一孔橋時，先用鋼架，兩座立於沙灘上，上疊12吋方木二十四根，再舖道木及鋼軌。將鋼樑平車推至橋墩，然後將鋼樑頂高，取出平車。同時將木樑鋼架等移去，逐漸以千斤頂緩緩將鋼樑下降。計費時約十天。因鑒於此種裝法，太費時日，立即改用木橋之方法。木橋長75呎，寬8呎，高7呎9吋，裝於第二及第三橋墩間。其上舖設鋼軌。當鋼橋及平車行過時，灣下 (Deflection) 3—1/4吋，而無其他弱點發現。同時於第三及第四墩之旁，另立斜架二具，上置12吋方木各二根，其頂離墩20呎。兩架之距離為29呎，擱4×12吋之木板一塊，



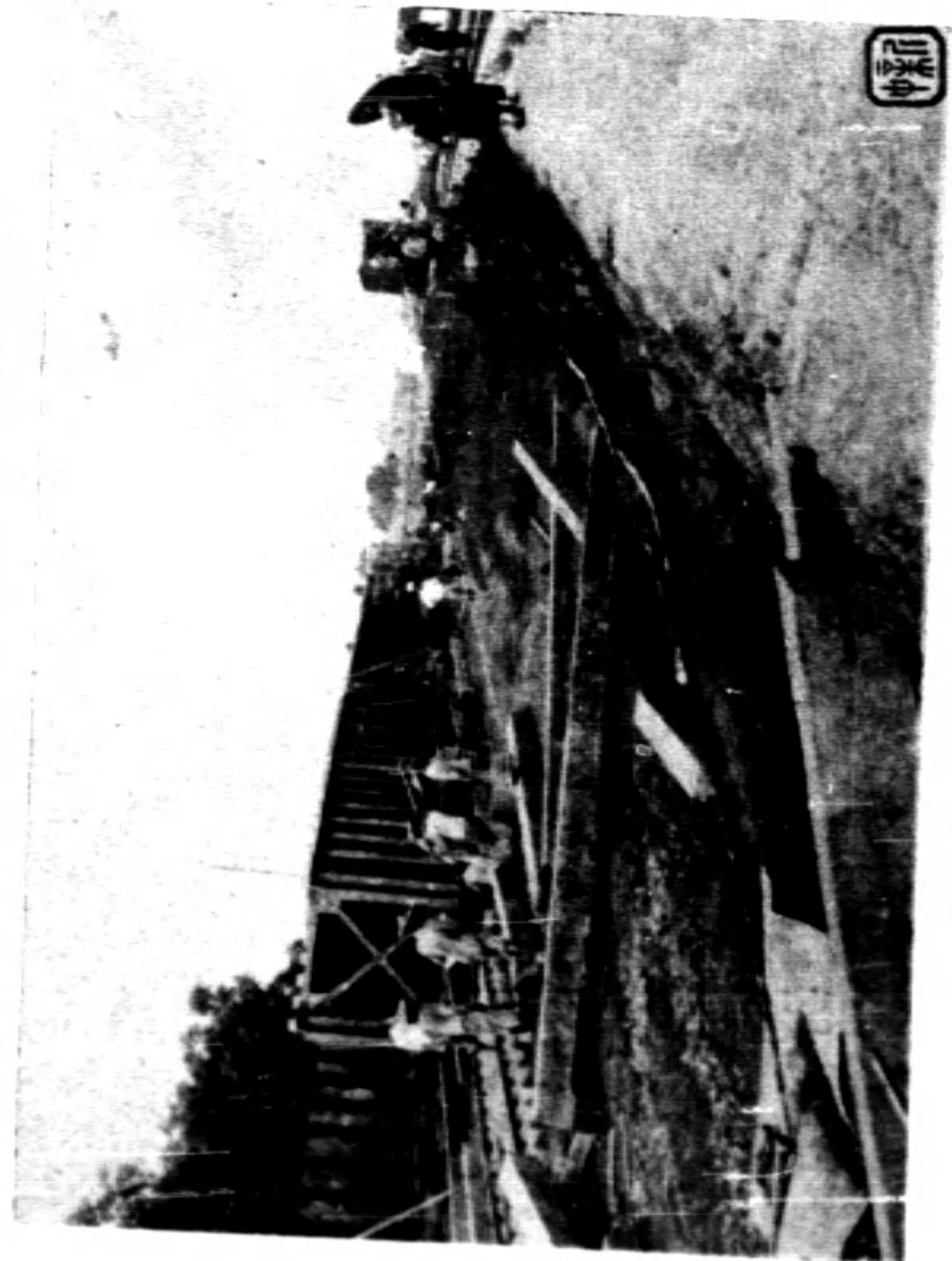
(三) 用冷氣鉚釘工作



(四) 橋樑上車待發

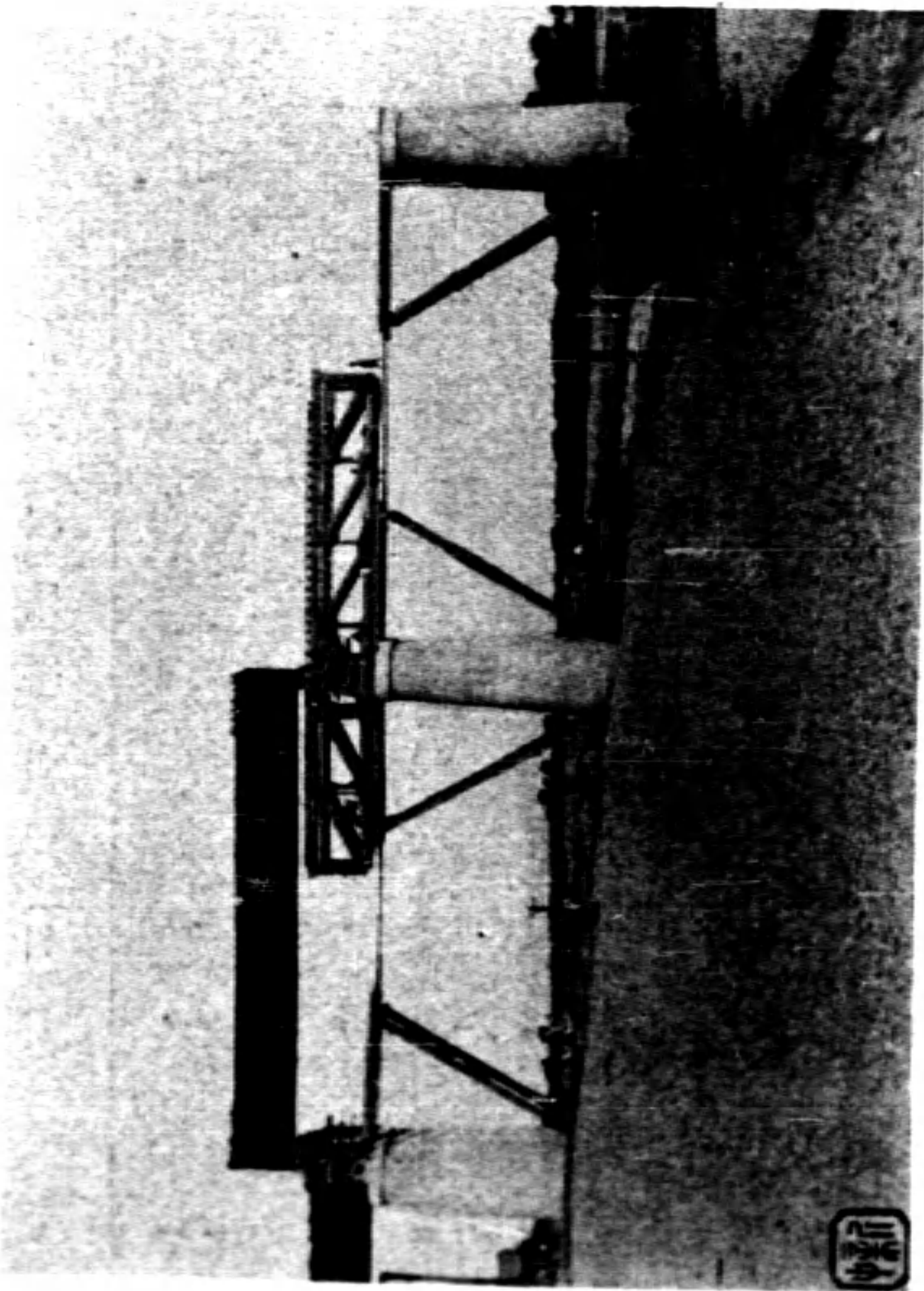


(一) 在上海新廠內製橋樑

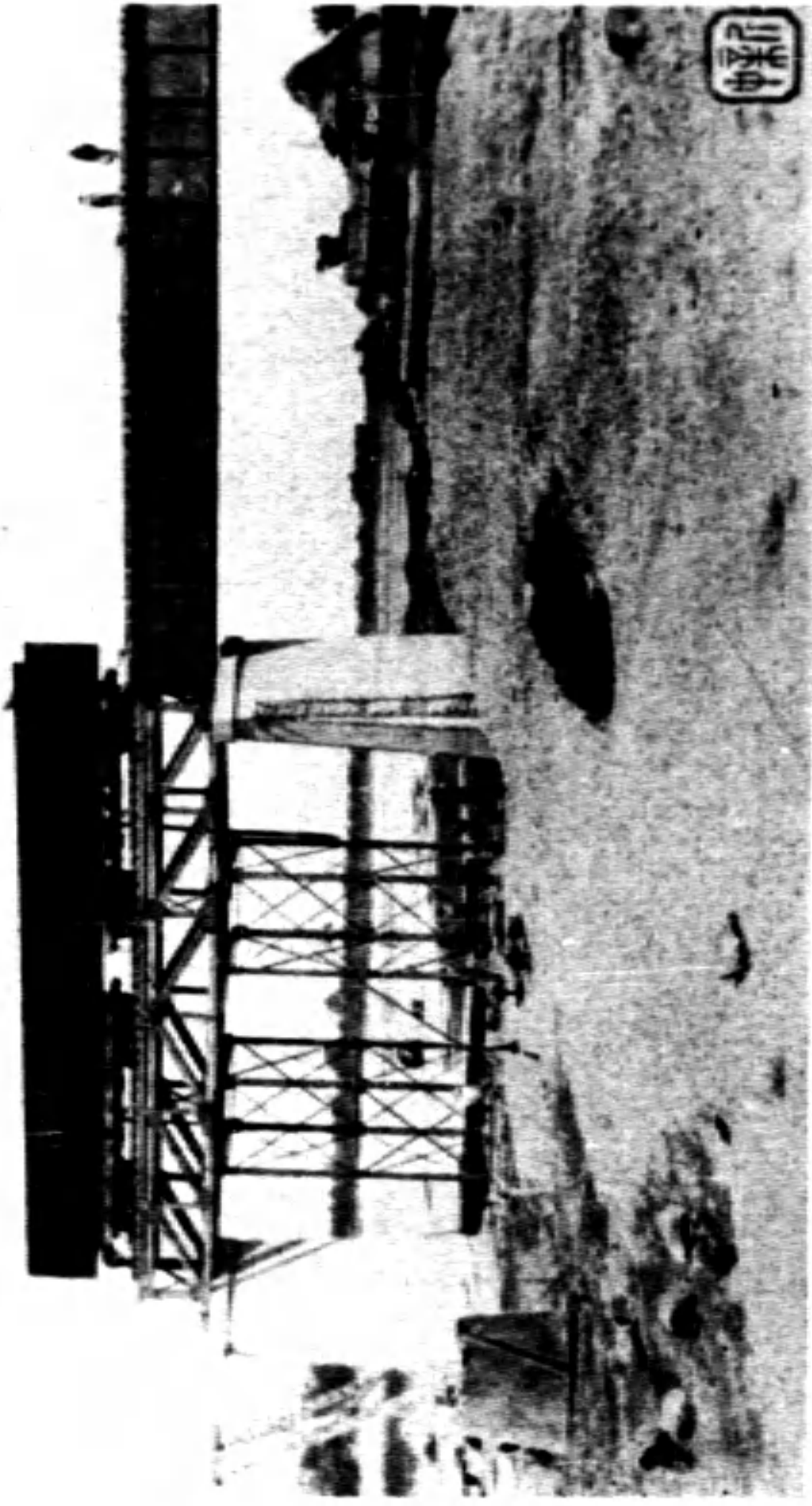


(二) 在金華卸釘完工

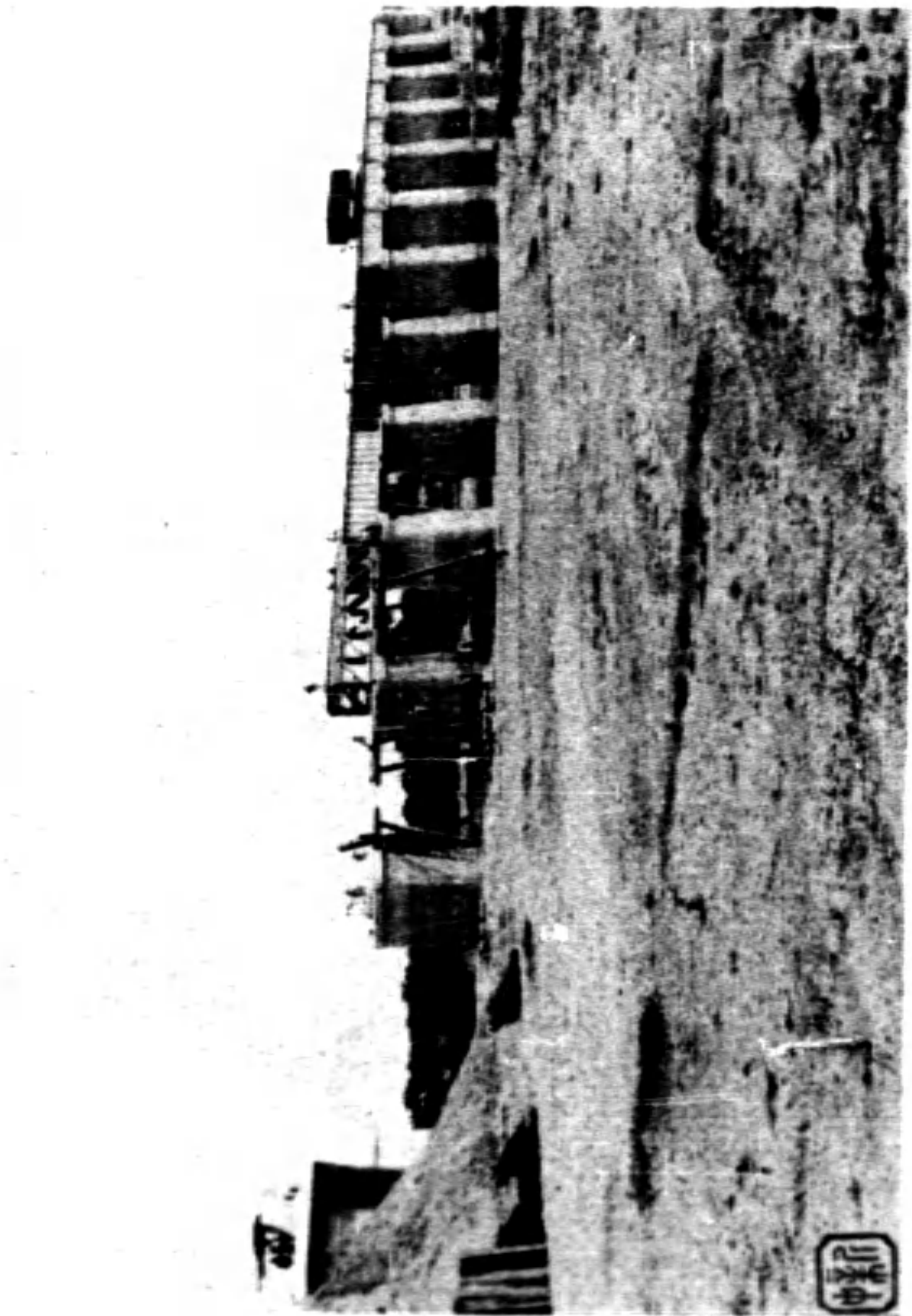
杭江鐵路鋼板樑橋施工攝影(甲)



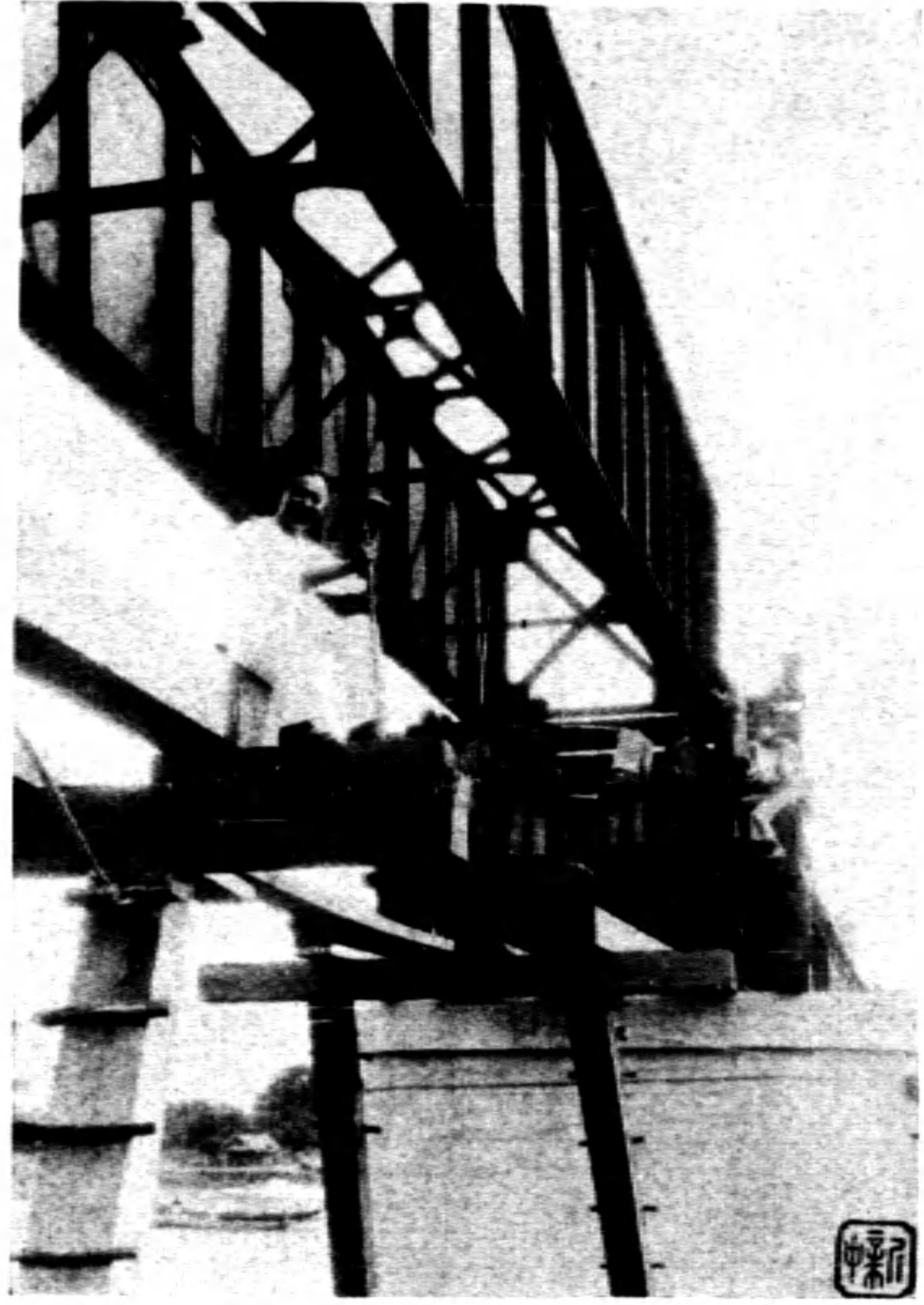
(七) 第三孔鋼樑撐安木架拖移第四孔



(五) 第二孔鋼樑上墩



(八) 第九孔鋼樑裝設完竣預備裝第十孔



(六) 木橋拖出後放下鋼樑
杭江鐵路鋼板梁橋施工攝影(乙)

以作工人行路之用。平車取出後，將木橋舉高，下墊 3 吋鐵管數支，以搖車之力，將木橋在斜架之上，拖至第三孔地位，以備第三孔鋼樑之安立。斯時第二孔樑，照第一孔法，以千斤頂緩緩下降，至橋座之上。此孔連做木橋，計費時十天（攝影五及六）。第三孔工作甚為順利，計時四天，此後每孔僅三天，亦有不及三天，即裝完者。（攝影七及八）

職工分配 廠內有工程師一人，助手數人，指揮及監督廠內全部工程；并與工地工程聯絡，供給工地所需之一切材料，工人，及工具。有總工頭一人，專司支配工人之職。下有出樣工頭一人，司出樣，劃綫，及點孔工作。鑽孔工頭一人，司較對所鑽各孔之大小，及其距離之是否準確。起重工頭一人，司搬運重件，及試裝板樑。此外批鑿剪裁，灣曲等工作，各有頭目專司其職。

金華江橋工場有工程師二人，助手二人，分司鑄釘及裝吊事宜。并各設工頭一人，支配工作。此外事務員數人，司收藏材料，管理銀錢及接洽運輸等工作。東蹟江橋事務較簡，指揮工作之工程師，僅有一人。

以上二板樑工程，金華鋼板樑，開始於二十二年三月五日，至八月中旬完工。東蹟江橋工程，開始於二十二年五月中旬，至十月廿日完工。中間材料運輸，由滬而杭，以達金華衢州之工地，費時幾及三月。實際上每橋工作，不過二月餘而已。

北甯鐵路山海關橋梁工廠

聶 肇 靈

1. 引 言

我國鐵路建設，有五十餘年之歷史，九千餘公里之路線，所有鋼鐵橋梁，多由外國製造，運來各路安裝。每因借款國之習慣，或督工之未周，設計既未合標準，工作又多欠精良，致有昔年平漢膠濟之橋折車墮之慘劇發生，不惟路產蒙鉅大損失，即商旅亦遭禍害，於此足徵橋梁技術之關重要。

中國有橋梁工廠乎？除少數關心人士外，恐多懷此疑問。前於二十年秋工程師學會開年會時，工程週刊編輯張延祥君，特約撰稿，曾草山海關工廠概要一文，登之週刊，惜限於篇幅，中多割裂。茲值橋梁專號之刊行，主編茅唐臣兄復殷殷以山海關橋梁工廠內容見詢，爰述梗概，俾世之熱心鐵路建設者，有以愛護而培植之，庶此橋梁技術之嫩芽，或不致遭風雨之摧殘而夭折也！

2. 沿 革

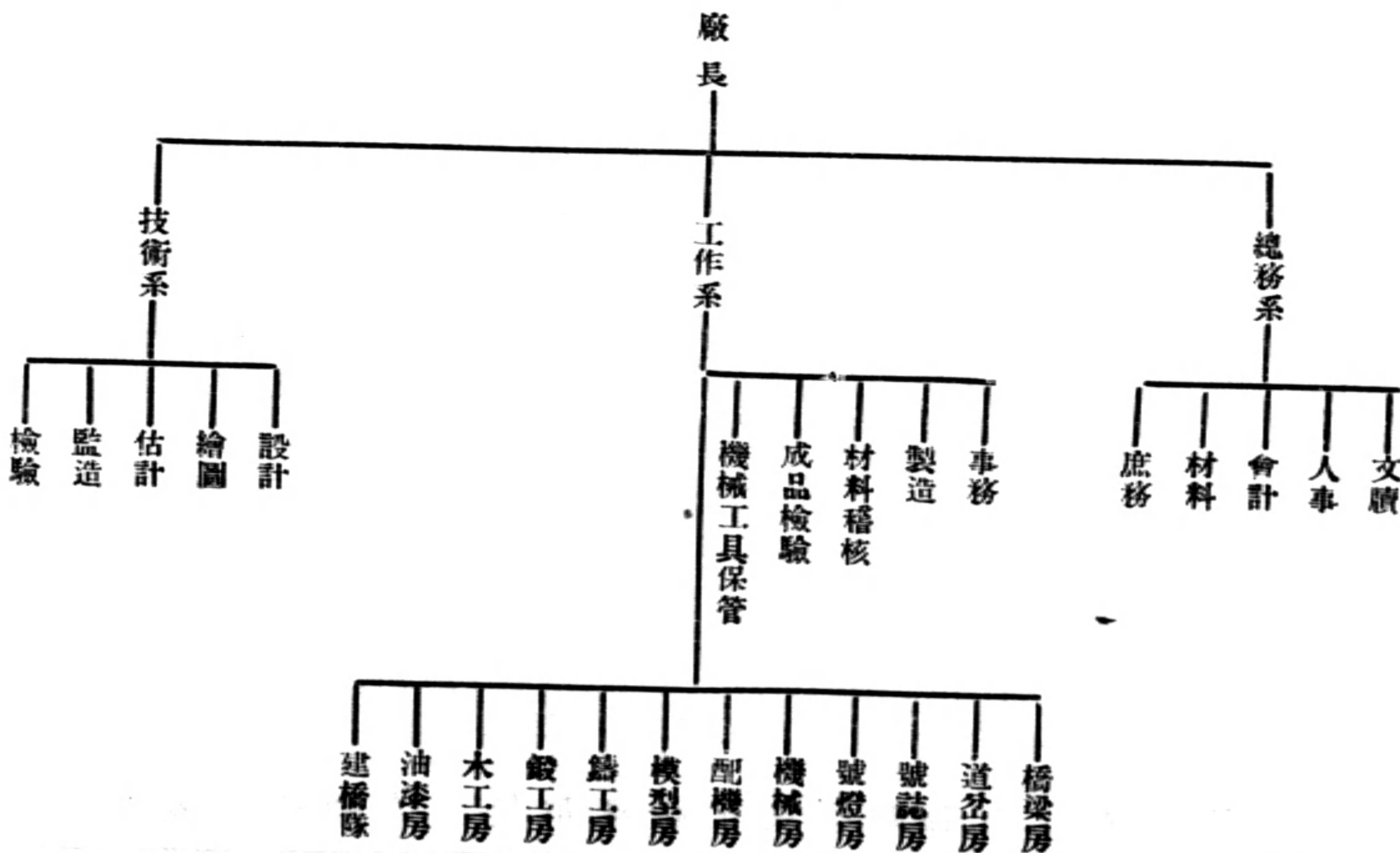
一八九二年，北甯鐵路築至灤州。為謀工程上之便利計，購備建橋機械，招募熟練工匠，建立灤河鋼橋，總長計2,200呎，為當時我國之最大橋工。翌年工程告竣，以歷經訓練之建橋工匠。一旦遣散為可惜，乃設廠於山海關站，收容上項工匠，並於一八九四年三月六日開工。初稱山海關橋梁廠，約有員工三百餘人，佔地三百餘公

畝,專造鋼鐵橋梁,供展修關外路線之用。嗣後製品種類逐漸增多,廠基及房屋亦屢有擴充,機械設備與員工人數亦隨之增加。唐榆段鋪設雙軌時,工作最稱繁重,員工幾達二千人。斯廠向歸工務處管轄,民國五年十一月改稱山海關鐵工廠。十八年十月改稱山海關工廠。十九年八月改隸廠務處(即今之機務處)。自開辦迄今,計有四十年之歷史。若以時間論,似為中國橋梁工廠之最老者。

3. 組 織

山海關橋梁工廠自開辦至民國十五年,均為英人主持,除各工房監工外,僅有工程司,繪圖員,司事等職,協助廠長,辦理一切廠務。後由華人任廠長,組織稍形完備,職制時有變更。最近辦事系統,如第一表:

第一表 組織一覽表



總務系設主任一員;文牘員,司事,書記,記賬,各若干人;辦理文牘,人事,會計,材料,及其他不屬於工作技術兩系之事項。

工作系設主任一員;監工,司事,查工,記工,工目,工匠,長工,學徒,

小工各若干人;辦理支配工作,製造程序,材料稽核,成品檢驗,機械工具保管,及其他關於工作上之事務。

技術系設主任一員;工程司,繪圖員,描圖,繪圖,學生各若干人;辦理鋼鐵建築物及機械等之設計,製圖,估計,監造,檢驗及其他關於技術上之事務。

廠內員工人數分類,據最近統計,如第二表所示。歷年員工人數增減情形,自民國元年起統計,如第三表。

第二表 山海關橋梁工廠員工人數分類統計表

| 職別 | 廠長室 | 總務室 | 技術室 | 會計室 | 時計室 | 查工室 | 收發室 | 橋樑房 | 模型房 | 配機房 | 機械房 | 號誌房 | 號燈房 | 鑄工房 | 鍛工房 | 道岔房 | 油漆房 | 木工房 | 建橋第一隊 | 建橋第二隊 | 建橋第三隊 | 建橋第四隊 | 合計 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| 廠長 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 副廠長 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| 主任 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 文書 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 繪圖員 | | | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| 領班 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 副領班 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 司事 | | 2 | | 3 | | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | 10 |
| 書記 | | | | 3 | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| 查工 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 練習工 | | | | | | 6 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| 監工 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | | 7 |
| 工目 | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | 4 |
| 副工目 | | | | | | | | 2 | | | | | 2 | | | | | | | | | | 4 |
| 領班 | | | | | | | | 3 | 3 | 1 | 1 | | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 13 |
| 工 | | | | | | | | 73 | 19 | 39 | 21 | 11 | 16 | 34 | 35 | 18 | 17 | 24 | | | | | 307 |
| 助手及長工 | | | | | | | | 78 | 14 | 10 | 13 | 1 | 8 | 48 | 5 | | | | | | | | 177 |
| 記賬 | | | | 3 | | | | 2 | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 8 |
| 工徒 | | | | | | | | 45 | 2 | 14 | 12 | 6 | 1 | 13 | 4 | 6 | | | | | | | 103 |
| 小工 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 5 |
| 小工 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | | 5 |
| 小工 | | | | | | | | 24 | 23 | 8 | 3 | | 11 | 3 | 3 | 5 | | 15 | 21 | 6 | 16 | 138 | |
| 夫役 | | 6 | | 3 | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 12 |
| 小工 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 押料 | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| 司閘 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| 燒料 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| 臨時小工 | | | | | | | | | 1 | | | | 5 | | 6 | 1 | 6 | 3 | | 14 | | | 36 |
| 合計 | 1 | 10 | 10 | 14 | 3 | 15 | 7 | 228 | 24 | 107 | 53 | 35 | 19 | 77 | 96 | 41 | 26 | 32 | 21 | 23 | 22 | 10 | 680 |

第三表 山海關橋梁工廠歷年員工人數統計表

| 年 份 | 員 司 | 工 人 | 夫 役 | 總 計 |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 民國元年 | 24 | 350 | 24 | 398 |
| 二年 | 24 | 478 | 22 | 524 |

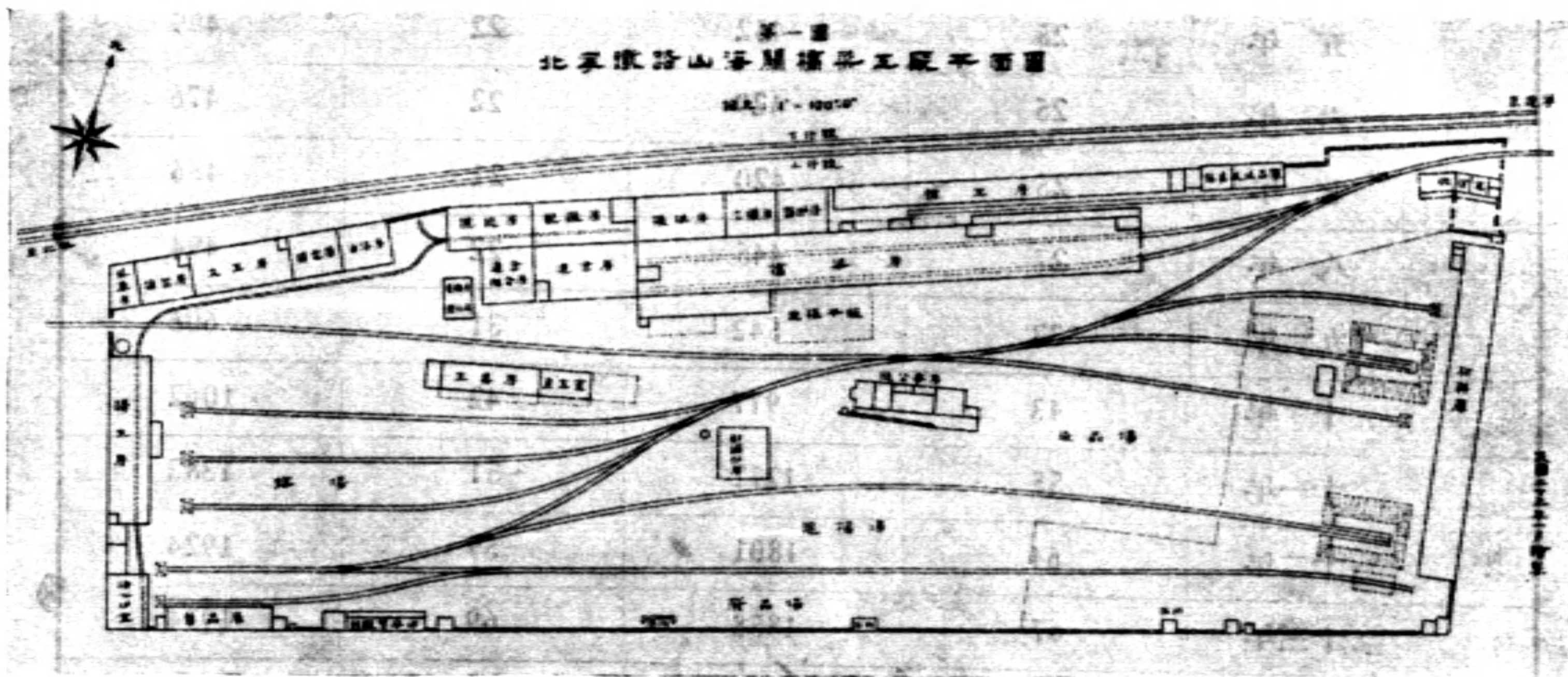
| | | | | |
|------|----|------|----|------|
| 三年 | 24 | 421 | 22 | 467 |
| 四年 | 24 | 451 | 22 | 497 |
| 五年 | 25 | 452 | 22 | 499 |
| 六年 | 25 | 429 | 22 | 476 |
| 七年 | 25 | 420 | 21 | 466 |
| 八年 | 27 | 445 | 22 | 494 |
| 九年 | 33 | 542 | 31 | 606 |
| 十年 | 43 | 977 | 42 | 1062 |
| 十一年 | 55 | 1277 | 51 | 1383 |
| 十二年 | 64 | 1801 | 59 | 1924 |
| 十三年 | 67 | 1858 | 69 | 1934 |
| 十四年 | 67 | 1355 | 69 | 1491 |
| 十五年 | 72 | 1232 | 52 | 1356 |
| 十六年 | 54 | 1058 | 19 | 1131 |
| 十七年 | 53 | 972 | 18 | 1043 |
| 十八年 | 57 | 941 | 19 | 1017 |
| 十九年 | 49 | 1017 | 20 | 1086 |
| 二十年 | 46 | 979 | 20 | 1045 |
| 二十一年 | 46 | 917 | 19 | 982 |
| 二十二年 | 39 | 822 | 19 | 880 |

4. 設 備

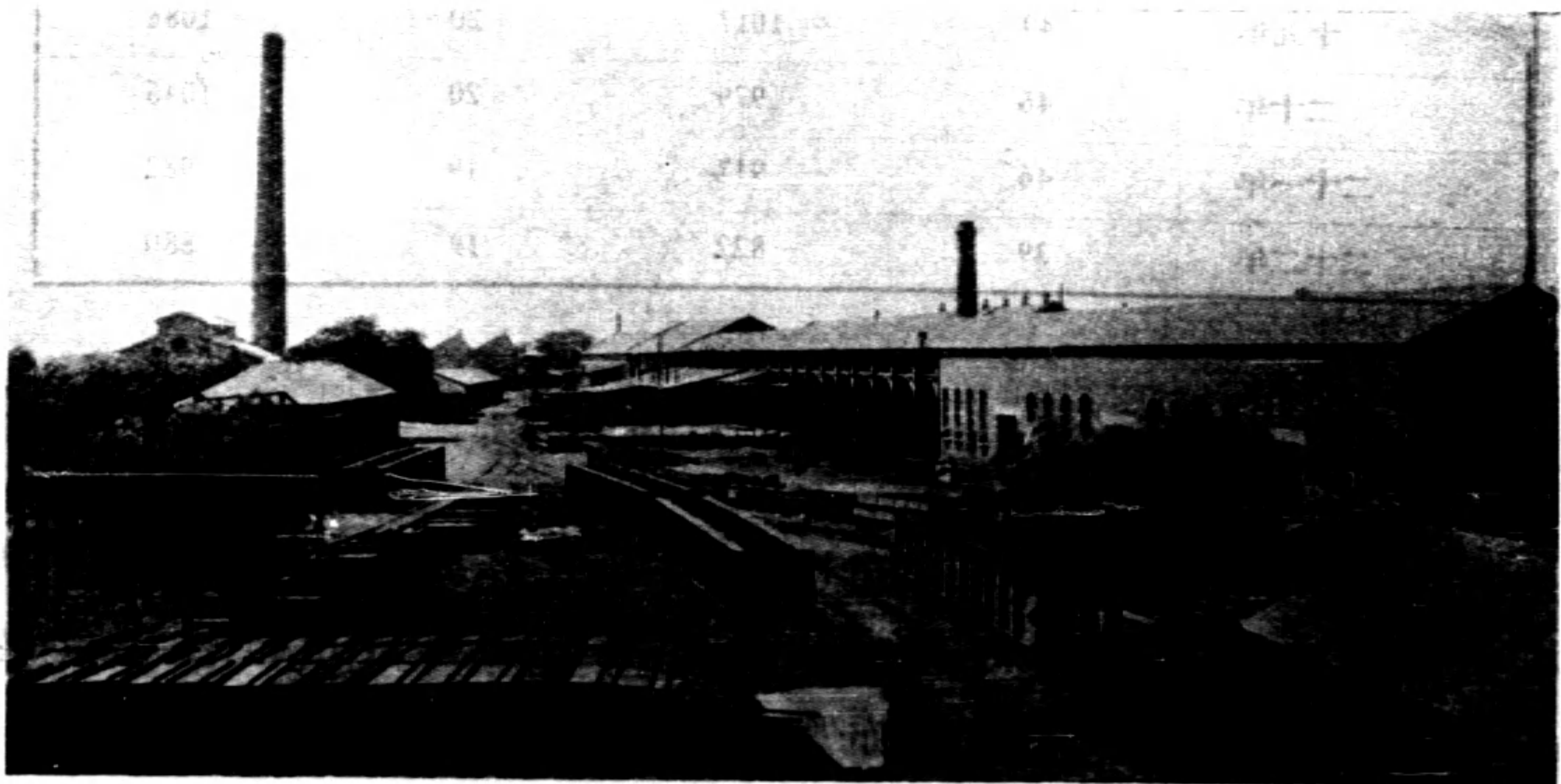
山海關橋梁工廠成立在四十年前,所有房屋及機械設備,雖不免因陋就簡,稍嫌陳舊,與現代化之歐美橋梁廠比較,自覺望塵莫及,但工作上需要之設備,亦應有盡有,並不感覺缺乏。

廠基佔地面積約 800 公畝,房屋建築物面積約共 13,000 平方公尺。

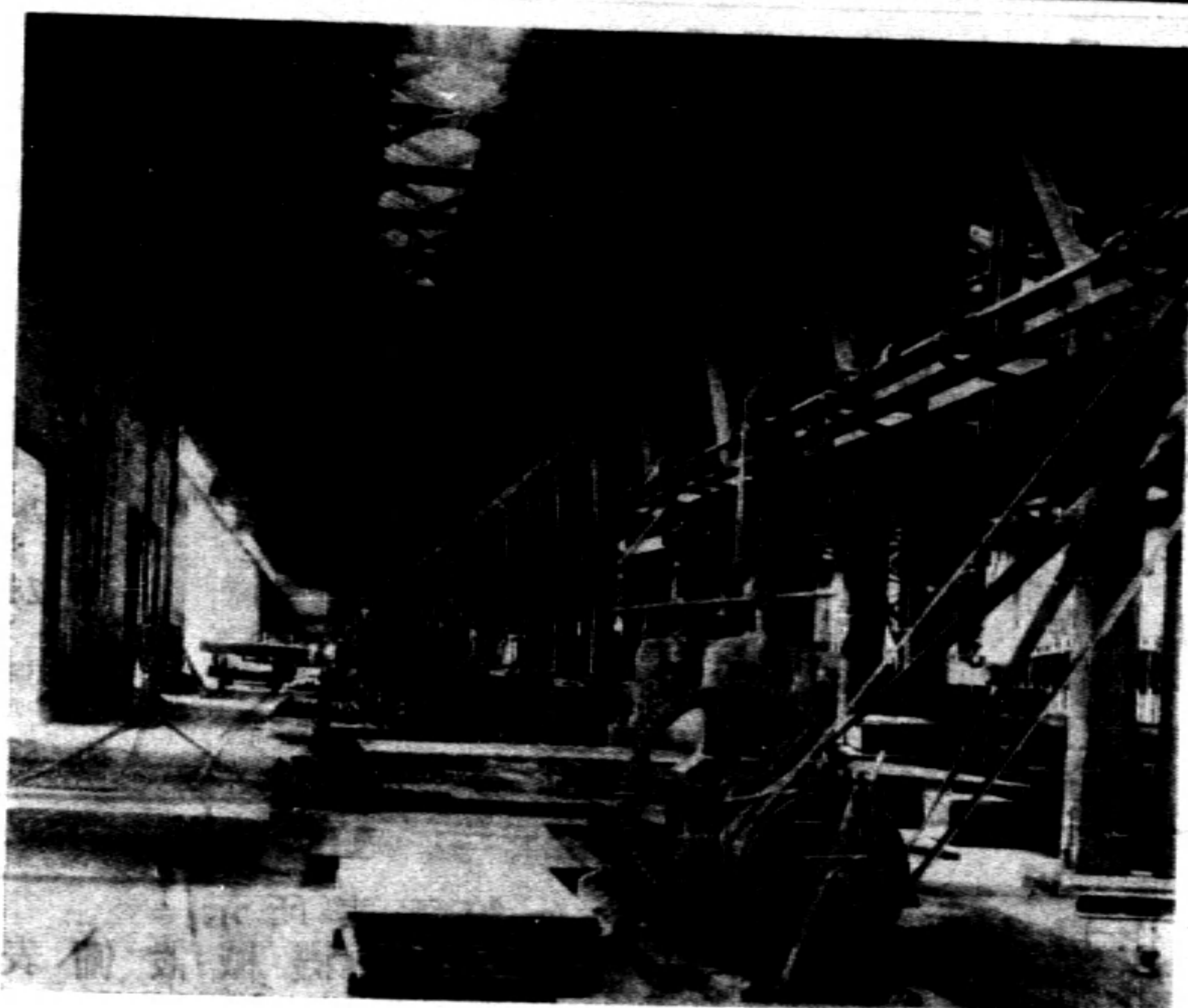
房屋及軌道等之佈置,如第一圖;工廠全景如第二圖;橋梁房內景之一部,如第三圖。



第一圖 山海關橋梁工廠平面圖



第二圖 山海關橋梁工廠全景



第三圖 山海關橋梁工廠橋梁房之一部
房屋構造及各房所佔面積,如第四表所示。

第四表 山海關橋梁工廠房屋構造面積表

| 房屋名稱 | 構造 | 面積 (平方公尺) |
|--------|------------|--------------|
| 總公事房 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 343 |
| 收發室 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 110 |
| 傢具及成品庫 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 240 |
| 鍛工房 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 970 |
| 鍋爐房 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 300 |
| 汽機房 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 300 |
| 機械房 | 磚造木房架白鐵屋頂 | 440 |
| 配機房 | 磚造木房架白鐵屋頂 | 560 |
| 號誌房 | 磚造木房架白鐵屋頂 | 470 |
| 油漆房 | 磚造木房架白鐵屋頂 | 280 |
| 模型庫 | 磚造鋼鐵房架白鐵屋頂 | 280 |
| 木工房 | 磚造鋼鐵房架白鐵屋頂 | 560 |
| 模型房 | 磚造鋼鐵房架白鐵屋頂 | 280 |
| 風車房 | 磚造鐵架白鐵屋頂 | 120 |

| | | |
|------|--------------|--------|
| 鑄工房 | 磚造鋼鐵房架白鐵瓦稜屋頂 | 9:0 |
| 烤心爐室 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 390 |
| 樑梁房 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 3800 |
| 道岔房 | 磚造木房架白鐵瓦稜屋頂 | 1.000 |
| 電機房 | 磚造鋼鐵房架白鐵屋頂 | 82 |
| 號燈房 | 磚造鋼鐵房架白鐵屋頂 | 82 |
| 查工室 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 280 |
| 工具房 | 磚造木架白鐵瓦稜屋頂 | 280 |
| 新鍋爐房 | 磚造鋼鐵房架白鐵瓦稜屋頂 | 330 |
| 其他 | | 約 573 |
| 總計 | | 13,000 |

各工作房主要機械設備,約如第五表所示。

第五表 山海關橋梁工廠機械設備表

| 機械名 | 廠房名 | 機 | 配 | 汽 | 電 | 鐵 | 道 | 橋 | 鋼 | 風 | 木 | 磚 | 共 |
|---------|--|----|---|---|---|----|---|----|---|---|---|---|----|
| 華名 | 英名 | 機 | 機 | 機 | 機 | 工 | 岔 | 梁 | 爐 | 車 | 工 | 工 | 計 |
| | | 房 | 房 | 房 | 房 | 房 | 房 | 房 | 房 | 房 | 房 | 房 | |
| 衝剪機 | Punching and Shearing Machine | | | | | | | 5 | | | | | 5 |
| 鐵板刨邊機 | Plate Edge Planing Machine | | | | | | | 3 | | | | | 3 |
| 懸掛鑽眼機 | Wall Radial Drilling Machine | | 1 | | | | | 36 | | | | | 37 |
| 鐵匠爐 | Smith's Furnace | | | | | 40 | | 19 | | | | | 59 |
| 水力鉚釘機 | Hydraulic Rivetter | | | | | | | 7 | | | | | 7 |
| 吹風機 | Rotary Blower | | | | | | | 3 | | 3 | | | 6 |
| 頂直機 | Straightening Machine | | | | | | | 2 | | | | | 2 |
| 鐵板彎機 | Bending Roll | | | | | | | 2 | | | | | 2 |
| 圓鋸 | Circular Saw | | | | | | | 5 | | | | | 5 |
| 磨鑽機 | Drill Grinder | | | | | | | 1 | | | | | 1 |
| 水壓機 | Hydraulic Press | | | | | | | 2 | | | | | 2 |
| 風力鉚釘機 | Pneumatic Rivetter | | | | | | | 4 | | | | | 4 |
| 大刨床 | Planing Machine | | | | | | 5 | | | | | | 5 |
| 小刨床 | Shaping Machine | 3 | | | | | 4 | | | | | | 7 |
| 鋸床 | Sawing Machine | 1 | | | | | | 6 | | | | | 7 |
| 螺絲床 | Screwing Machine | 1 | 3 | | | | 1 | | | | | | 5 |
| 磨輪機 | Double Wheel Grinder | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| 鑽床 | Lathe | 19 | 6 | | | | | 1 | | | | | 26 |
| 鑽床 | Drilling Machine | 6 | | | | | | | | | | | 6 |
| 立刨床 | Slotting Machine | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| 螺絲機 | Screw Threading Machine | | 3 | | | | | | | | | | 3 |
| 刨床 | Milling Machine | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| 磨輪 | Tool Grinder | 3 | | | | | 1 | | | | | | 4 |
| 打風機 | Air Compressor | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| 水力機 | Hydraulic Accumulator | | | 2 | | | | | | | | | 2 |
| 水泵 | Duplex Water Pump | | | 2 | | | | | | | | | 2 |
| 鍋爐用暖水箱 | Feed Water Heater | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| 螺紋機 | Screwing and tapping Machine | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| 汽錘 | Steam Hammer | | | | 2 | | | | | 1 | | | 2 |
| 打鉚釘及螺絲機 | Bolt & Rivet Forging Machine | | | | 2 | | | | | | | | 2 |
| 立式木鋸 | Vertical Saw Frame | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| 他模型床 | Pattern Lathe | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 化鐵爐 | Cupola | | | | | | | | | | | 3 | 3 |
| 化銅爐 | Brass Furnace | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 篩沙機 | Sand Riddler | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 磨沙機 | Sand Grinding Mill | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 大烤心爐 | Big Core Oven | | | | | | | | | | | 4 | 4 |
| 小烤心爐 | Core Oven | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 英拉鑽機 | Rillar Drilling Machine | 2 | | | | | | | | | | | 2 |
| 五帶頭床 | Combined Milling Cutter & Twist Drilling Grinder | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| 汽機 | Steam Engine | 1 | | 3 | 1 | | | | | | | | 5 |
| 發電機 | D. C. Generator | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| 立鍋爐 | Vertical Boiler | | | | 3 | | | | 6 | 1 | | | 10 |
| 臥鍋爐 | Horizontal Boiler | | | | | | | | 2 | 1 | | | 3 |
| 抽水機 | Feed Water Pump | | | | | | | | 2 | 4 | | | 6 |

關於運輸設備,約有軌道 3 公里;車輛方面,除重載車輛用調車機車外,有十噸汽絞車 1 輛,五噸手絞車 1 輛,二噸手絞車 4 輛,大架橋車 2 輛,小架橋車 4 輛,爐灰車 5 輛,傢具車 2 輛,手車 1 輛,風包車 1 輛。大平車 4 輛,小平車 4 輛。廠房內搬運,除有軌道者可用平車外,計橋梁房有三噸天車 5 架,五噸天車 4 架,十噸天車 1 架,其長度均為 9 公尺(三十呎)。鑄工房有二噸天車 1 架,五噸天車 1 架,但均用手拉,稍感不便耳。

5. 員 工

廠內高級職員多由管理局委派,其他員司之任免升降,則由廠長呈處轉呈管理局核奪。匠工之進退賞罰,則由廠長呈處核准。至於員工之保障,雖無明文規定,但非特殊原因或重大過失,從不輕易更調或免革。過去四年間匠工變動情形,如第六表所示。

第六表 山海關橋梁工廠過去四年間匠工變動數(概略)

| 年 度 | 在廠工人數 | 工 人 變 動 數 | | | | 變 動 率 |
|------|-------|-----------|-------|-------|-----|-------|
| | | 採 用 數 | 解 僱 數 | 死 亡 數 | 合 計 | |
| 19 年 | 1017 | 152 | 99 | 12 | 263 | 26% |
| 20 年 | 979 | 10 | 34 | 9 | 53 | 5% |
| 21 年 | 817 | 3 | 163 | 13 | 179 | 22% |
| 22 年 | 822 | 1 | 82 | 14 | 97 | 12% |

員司薪俸均以月計,惟工人辛工則以日計,最高者每日辛工一元八角四分,最低者每日辛工二角六分,但有計件工作時,出品超過規定數者,可得獎金若干。

工作時間,冬季每日八時半,暖季每日九時半。如有緊急工作,須延長時間,則按時加給工資。

匠工每半月不曠工者,加給辛工一天;員工不犯過失者,每年有年終獎金若干;在一年中得請不扣俸辛例假十四天。每人每月暖季得購半價煤半噸,冬季一噸半;每年得請領本人及家屬往返

本路免費乘車證一次。員工本人有病得就本路病院免費醫治；家屬醫病則收半價。

員工養老金章程，路局時有變更。最近規定核給退職員工酬金辦法五條：凡員工非過失退職，或年老力衰，或積勞病故者，均按在路服務年限，核給一次酬金，最多者可達十二個月薪資。

關於工人教育，以前設有工人夜校，匠工踴躍上學，頗著成績。後由扶輪小學接辦，工人之上夜校者，每日下午減少工作一小時，以示鼓勵。但榆關事變後，職工夜校暫停。員工子弟教育，則有扶輪小學免費收讀。

6. 工 作

山海關橋梁工廠之出品，大部供給鐵路建設。舉凡鐵路上需要之鋼鐵建築，及施工時需用之機械設備，均能製造並供理之。北寧路全線之鋼鐵建築物，及工務上用品，除初建時關內少數橋梁外，均由廠製造。近年除供給北寧路需要外，先後為平漢，津浦，平綏，膠濟，四洮，呼海，吉海，洮昂，南潯，同蒲等路製造橋梁，房架，道岔，號誌，水鶴等工程用品。工作精良，較舶來品有過之無不及，為國家堵塞漏卮不少。

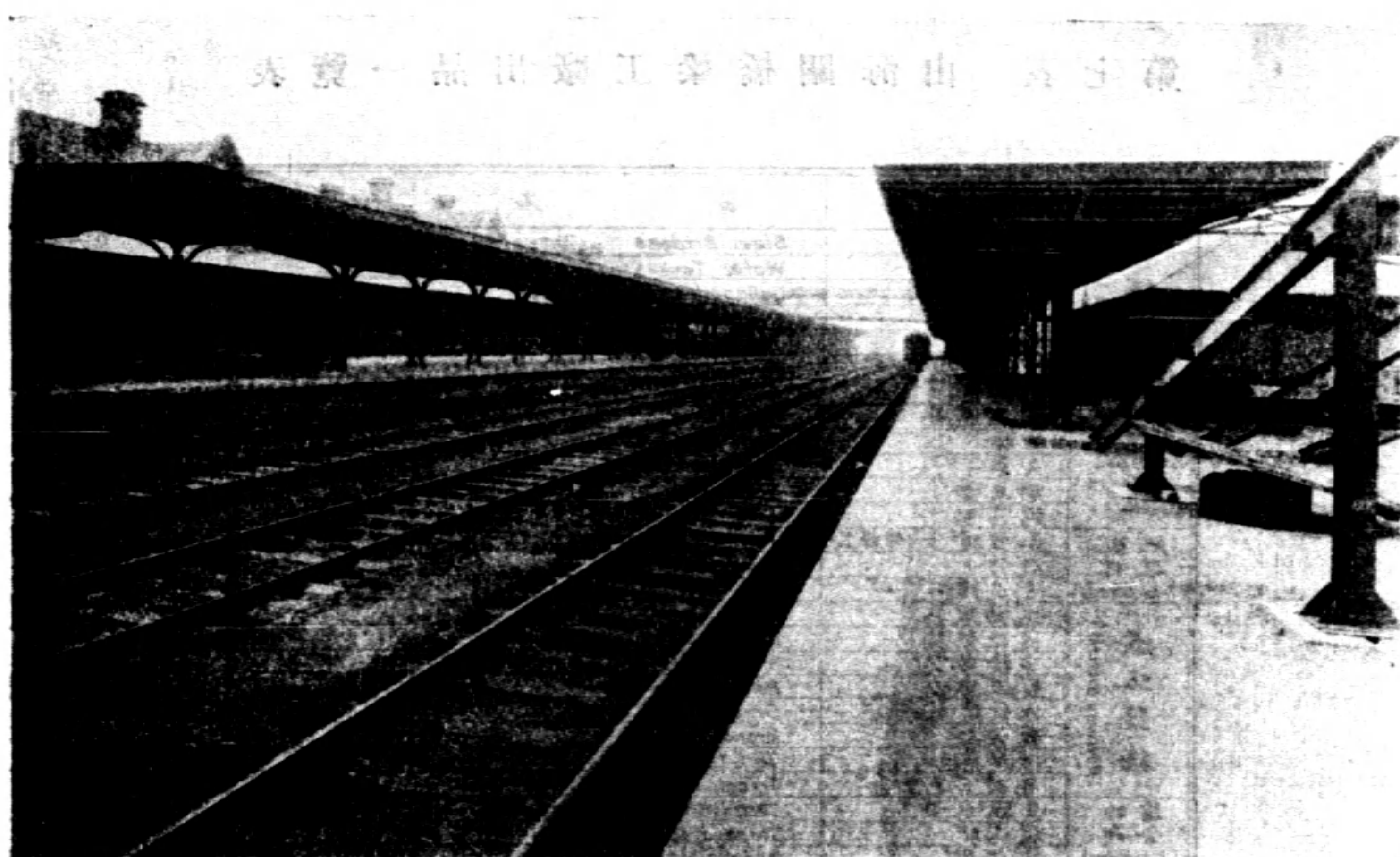
以現時設備論，每年可造鋼鐵建築物4,000公噸，道岔800套，號誌500套，鑄鐵用品800公噸，又製造鋼橋跨度最大者可至152公尺(500呎)，但現時出品，鈹梁橋僅至32公尺(一百零五呎)，構架橋63公尺(206呎)。

製造品種類頗繁，不勝枚舉，爰舉其重要者分為(1)鋼鐵建築，(2)軌道配件，(3)鐵路號誌，(4)鑄金物品，(5)機械工具，(6)雜品等六類，如第七表所示。

去年完成之天津車站鋼鐵雨棚，如第四圖所示，即為由廠製造並建立者。

第七表 山海關橋梁工廠出品一覽表

| 分類 | 華名 | 英名 | 附註 |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|----|
| 鋼鐵建築 (Steel Structures) | 各種鋼橋 | Steel Bridges | |
| | 各式水櫃 | Water Tanks | |
| | 材料庫鐵門 | Collapsible Steel Gates | |
| | 天橋 | Overhead Bridge | |
| | 轉盤 | Turntable | |
| | 天氣鎖 | Air Locks | |
| | 天氣閘 | Air Shafts | |
| | 橋基鐵圈 | Caissons | |
| | 雨棚 | Rainning Shed | |
| | 天車 | Overhead Crane | |
| | 鋼房架 | Steel Roof Trusses | |
| | 鋼桁架 | Steel Sashes | |
| 軌道配件 (Track Fittings) | 各種道岔(明線器) | Points & Crossings | |
| | 道釘 | Dog Spikes | |
| 鐵路號誌 (Railway Signals) | 魚尾螺絲 | Fish Bolts | |
| | 進站號誌 | Home Signal | |
| | 遠進號誌 | Distant Signal | |
| | 出發號誌 | Starting Signal | |
| | 轉線號誌 | Point Indicator | |
| | 地燈號誌 | Ground Disc Signal | |
| | 號誌燈 | Signal Lamps | |
| | 守車尾燈 | Tail Lamps | |
| 鑄造品 (Castings) | 手提三色燈 | Tricoloured Hand Signal Lamps | |
| | 鑄鐵水管 | Cast Iron Water Pipe | |
| 機具 (Tools & Machines) | 蒸汽爐 | Steam Radiators | |
| | 鑄鋼件 | Brass Casting | |
| | 馬鞍式鍋爐 | Saddle Boilers | |
| | 立鍋爐 | Vertical Boilers | |
| | 車站水鍋 | Station Boilers | |
| | 乳道鑽孔器 | Track Drilling Machine | |
| | 造磚機 | Brick Pressing Machine | |
| | 螺絲千斤頂 | Screw Jacks | |
| | 水力千斤頂 | Hydraulic Jacks | |
| | 手絞車 | Hand Winches | |
| | 牛眼燈 | Buckeye Lamp | |
| | 壓字機 | Copy Press | |
| | 滑軌器 | Jim Crows | |
| | 起道機 | Track Lever | |
| | 樁架 | Pile Drivers | |
| | 汽水機 | Steam Pumps | |
| | 手水機 | Hand Pumps | |
| | 裝煤絞車 | Coal Cranes | |
| | 滑輪水車 | Donkey Pump | |
| | 轉水車 | Centrifugal Pumps | |
| | 立水車 | Vertical Pump | |
| | 臥水車 | Washout Pump | |
| | 水櫃 | Water Crane | |
| | 截水門 | Sluice Valves | |
| | 空氣壓縮機 | Air Compressor | |
| 磅秤 | Weighing Machine | | |
| 雜項 (Miscellaneous) | 大架橋車 | Bogie | |
| | 鐵甲車 | Armoured Car | |
| | 斗式土車 | Tip Cars | |
| | 電車 | Trolleys | |
| | 小平車 | Flat Trolleys | |
| | 各種行李車 | Baggage Barrows | |
| | 機車煙囪 | Smoke Jacks | |
| | 屋頂通風扇 | Ventilators | |
| | 大亞旁燈 | Side Lamps | |
| | 車站標三燈 | Platform Post Lamps | |
| | 車站標二燈 | Platform Wall Lamps | |
| | 火爐 | Heating Stoves | |
| | 飯爐 | Cooking Stoves | |
| | 暖氣風扇 | Heaters & Fans | |
| | 保險櫃 | Iron Safes | |
| 公事桌及椅 | Desk & Chairs | | |
| 螺絲釘母 | Screw Bolts & Nuts | | |
| 鉚釘 | Portable Rivet Furnace | | |



第四圖 天津東站鋼架雨棚

7. 經 費

山海關橋梁工廠之經費,分建設及維持二項,分別節述如下:

(1) 建設費 是廠自開辦以來,逐漸擴充,除機械設備外,原價不易查攷,茲就估計價值,條列於下。

(甲)廠址佔地面積,約 800 公畝,每公畝以 50 元計,共合洋 40,000 元。

(乙)公事房及工作房共計約 13,000 平方公尺,每平方公尺以 30 元計,共合洋 390,000 元。

(丙)各工作房機械工具及搬運設備等約共合洋 821,000 元。
以上三項建設費估計共合洋 1,251,000 元。

(2) 維持費 是廠維持費,不外材料與薪工兩種。材料隨製造及修理品之不同,種類既繁,價值亦異,茲就較重要者述之如下:

(甲)銑鐵每年約需 800 公噸,每噸價約 60 元。

(乙)鋼與熟鐵每年約需 4,000 公噸,每噸價自 120 元至 600 元不等。

- (丙)煤之消費每年約6,000公噸,每噸價4—5元。
- (丁)機器油料每年約16公噸,每噸價自250元至500元不等。
- (戊)其他木料,油漆,棉絲,白鐵,焦炭等雜項材料,每年用量約50,000元。

員司薪水,及工人辛工,每年約二十餘萬元,亦如材料視工作之繁簡,年各不同。茲就民國元年起,統計歷年用款及支配情形,如第八表所示。

第八表 山海關橋梁工廠歷年用款總數表

| 年 份 | 一 年 用 料 總 數 | 一 年 開 支 總 數 | 附 計 |
|---------|---------------|--------------|-----|
| 元 年 | \$ 125,878.18 | \$ 55,696.81 | |
| 二 年 | 99,676.82 | 61,404.41 | |
| 三 年 | 184,111.29 | 63,164.16 | |
| 四 年 | 111,434.83 | 66,160.51 | |
| 五 年 | 124,513.89 | 67,800.59 | |
| 六 年 | 111,506.51 | 68,611.88 | |
| 七 年 | 114,171.23 | 65,027.22 | |
| 八 年 | 155,347.62 | 67,584.00 | |
| 九 年 | 151,665.62 | 78,894.94 | |
| 十 年 | 375,559.36 | 119,364.51 | |
| 十 一 年 | 498,425.55 | 164,485.52 | |
| 十 二 年 | 833,116.45 | 282,261.85 | |
| 十 三 年 | 1,277,861.54 | 340,432.34 | |
| 十 四 年 | 1,441,299.68 | 405,627.73 | |
| 十 五 年 | 624,850.70 | 332,459.59 | |
| 十 六 年 | 703,508.00 | 262,916.83 | |
| 十 七 年 | 427,913.83 | 239,598.59 | |
| 十 八 年 | 259,767.52 | 248,453.95 | |
| 十 九 年 | 614,945.05 | 257,167.62 | |
| 二 十 年 | 1,493,058.15 | 265,632.25 | |
| 二 十 一 年 | 916,425.70 | 201,337.08 | |
| 二 十 二 年 | 581,429.94 | 210,355.33 | |

8. 結 論

竊查國有鐵路資產原價，除車輛及軌道外，以橋梁為大宗，據鐵道年鑑第一卷所載，中華國有鐵路橋梁項下，共計費洋103,844,190.62元，約合總資產額百分之十二強。如連道岔，號誌，給水設備，車站及機務上之鋼鐵建築物等併計在內，其原價恐超過總資產百分之二十以上，是山海關橋梁工廠製造出品，足供鐵路建設五分之一之需要。年來交通建設，積極進行，鐵道部既限期完成粵漢隴海兩路，地方復興造杭江乍浦同蒲等路，需用橋梁，道岔，號誌及其他鋼鐵建築物等似不在少數。山海關橋梁工廠以環境關係，復需要大宗工作，以資維持。乃供求兩不相應，此其故可深長思矣！

自九一八後，北寧路路線縮短，用品自然減少。復以種種關係，加固橋梁計劃，又一時未能實現。關外各路，相繼喪失主權，既不復照顧訂貨；關內各路，莫明榆關真相，又不敢委託製品。因是山海關橋梁工廠基本工作，大受影響。故在榆關事變前，曾作遷廠計劃，以期根本刷新。幾經考慮，卒未實行。現雖同蒲南潯等路委託製造橋梁若干架，北寧路本身復有改造灤河大橋之計劃，較之前年，生機稍暢，但此後榮枯消長，一面固有賴於北寧路當局之指導，一面尚有需於海內賢達之維護也。

錢塘江橋設計及籌備紀略(上)

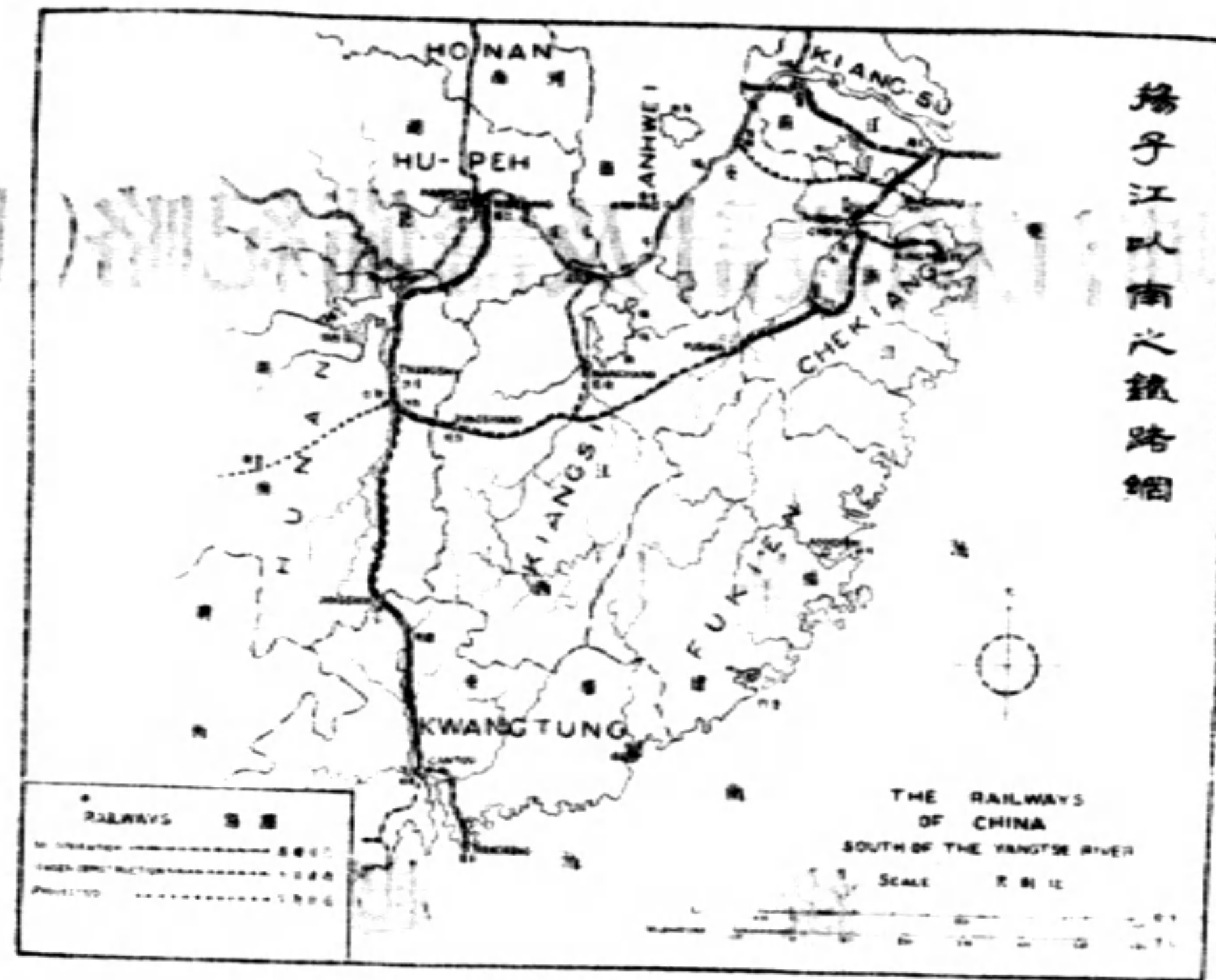
茅 以 昇

緣 起

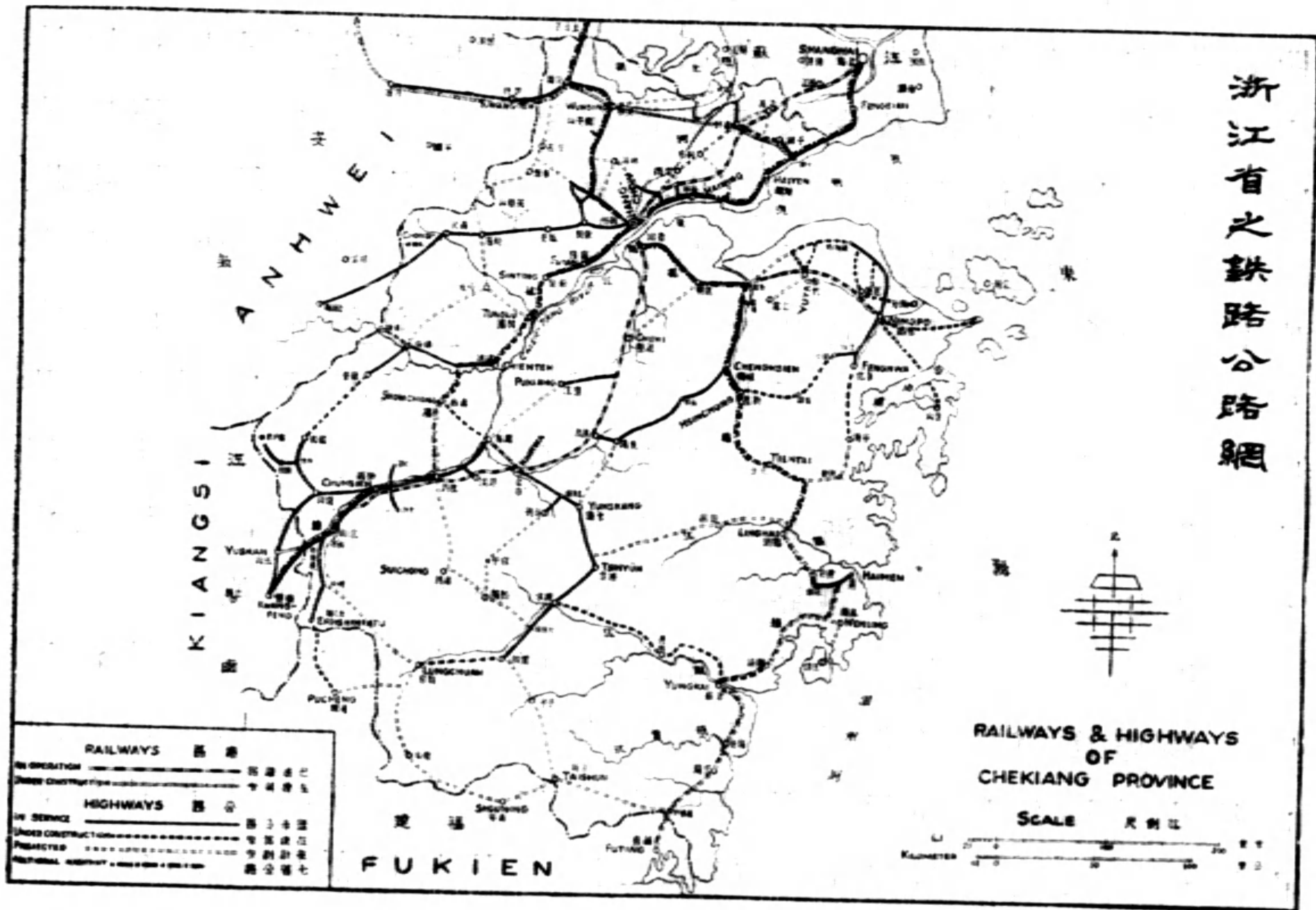
錢塘江橫亘浙中，素爲交通之障礙。其下游流經杭市，江面遼闊，波潮洶湧，行旅往來，固已久感不便；滬杭甬鐵路建造以後，阻於大江，全線割裂，造橋乃漸成需要。近年浙省建設，突飛猛晉，鐵路公路，日有進展，杭江鐵路已通玉山，公路完成且達兩千餘公里；復以錢江阻隔，致杭江鐵路止於西興，四通之公路亦多中斷；所有往來客貨，胥賴舟楫渡江，轉運頻繁，耗時增費，而杭江鐵路不能直通海口，沿線產物，無法暢通，所受影響尤大。兩浙人民，似存畛域；鐵路公路之效用，未能充分發展，已可惋惜；而農工各業，進行濡滯，尤爲經濟上莫大之損失。故爲浙省之實業文化及公安計；錢江交通，殆成今日迫切之需要；其爲鐵路公路之最急問題，更無疑義矣。

抑從全國之交通言之：以鐵路論，則玉萍線興造以後，杭江鐵路，西接粵漢，東達首都，將成東南系統之幹線（圖一）；以公路論，則滬杭京杭國道，業經通車，杭廣杭福兩線，正在修築；將來西連江西，南通福建，又爲七省公路之幹線（圖二）。然皆阻於錢江，不能連貫，其影響於全國國防經濟，何可限量。是錢江之跨渡，于滬杭甬鐵路，則可進接甯波，於鐵路幹綫，則可溝通京粵；於七省公路，更可完成系統；利害所關，固非僅一省一路已也。

浙省自民元以來，對於錢江交通，即屢有建橋計劃；皆以事艱



(圖一)



(圖二)

工鉅,旋議旋輟。自曾養甫先生任建設廳長以來,以發展交通及改良農業為全責;鑒於此橋關係重大,決意積極進行。因先組織專門委員會,從事研究及鑽探工作;經多次之討論,認為建造橋梁,為錢

江交通最經濟之方法，因搜羅材料，特請鐵道部顧問美國橋梁專家華德爾博士代為設計，於二十二年八月告竣。乃復組織錢塘江橋工委員會，為進一步之工作，擬成建橋計劃書，以徵有關各方之意見。經費籌措，既已就緒。遂於二十三年四月，成立錢塘江橋工程處，現已着手招標，預定七八月間動工，約兩年內完成。茲將設計經過分述如后：

(一) 建橋理由

通過錢江方法，不外輪渡，隧道，及橋梁三種，而各有其利弊：

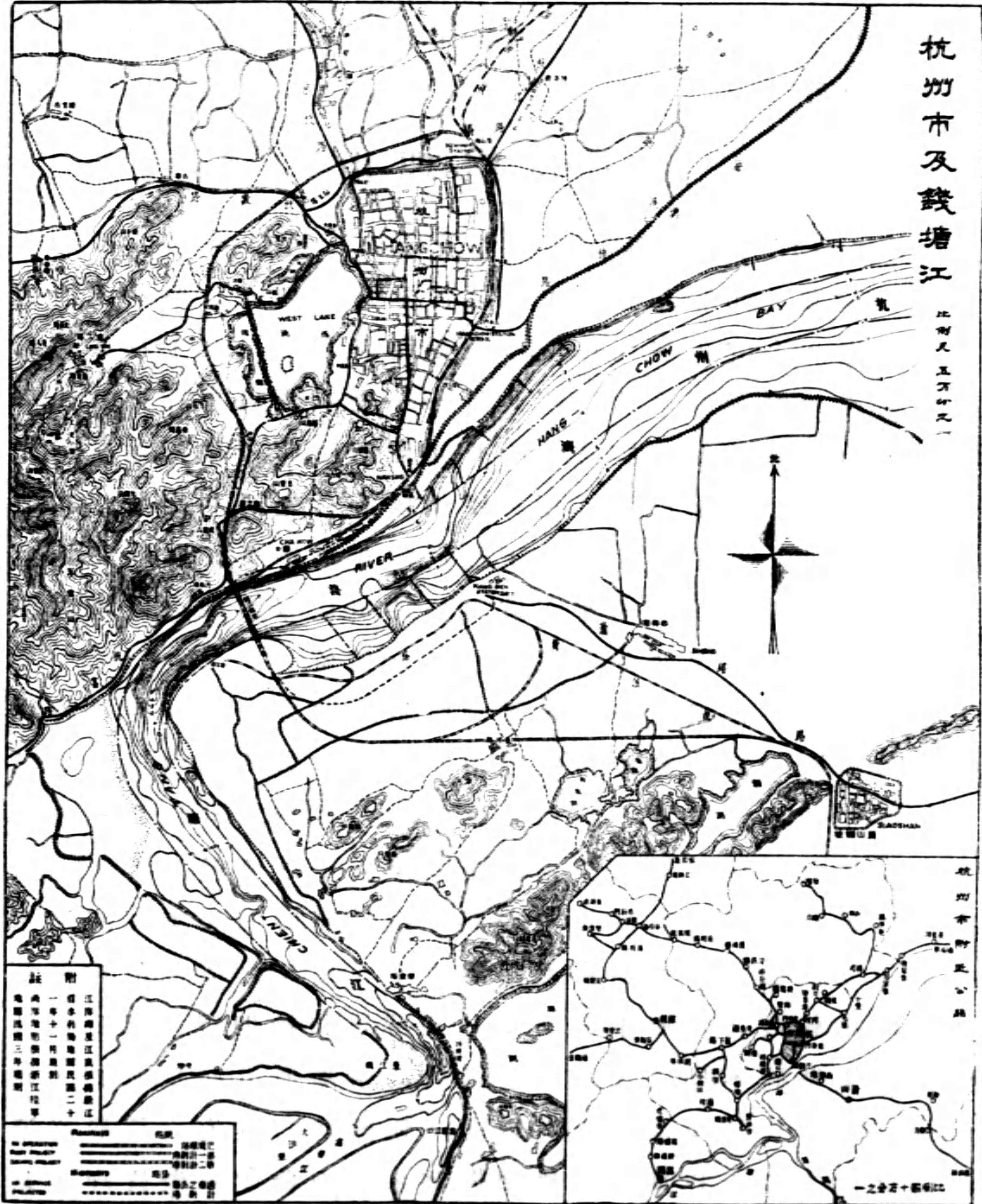
(一)輪渡 用輪船載運車輛渡江，本為最節省之辦法，江面遼闊之處，尤為合宜，但錢江水淺，沙灘變遷無常，兩岸之工程亦鉅。以南星橋西興而論，則兩端碼頭共長一公里以上，火車行經其上，必須建造引橋。且輪船不能過小，所費亦屬不貲。將來往返通航，尚須經常費用。在巨潮暴風之時，更須停輪候渡，有失便利交通之本意。

(二)隧道 在普通情形之下，隧道需費最鉅。錢江水面不通巨船，底層細泥極深，不適開鑿隧道之條件。但從軍事觀之，隧道除洞口外，深藏水底，不易轟炸，亦有其特殊之價值。

(三)橋梁 橋梁需費在輪渡與隧道之間，而通行較便，維持保養亦最經濟。(1)以與輪渡相較，則兩岸沙灘，二者均須引橋，所費已屬相等，中間河流寬度，本與引橋之長，相差無幾，與其採用輪渡，長久開支，何如直接建橋，一勞永逸。況載運火車之渡輪，長大者則需費不貲，較橋梁所省有限，短小者則分批轉運，時間又不經濟，淺水時期，通航固已困難，若遇颶風高潮，更不及橋梁之安穩，故按錢江情形而論，輪渡決不勝于橋梁。(2)以與隧道相較，則錢江江底，泥沙極深，橋梁基礎，不妨深入，而隧道過低，則兩端進道必長，所費尤鉅。況隧道必需通氣及電燈設備。以同一運輸能力，隧道之經費，必遠在橋梁之上。且工程期間，既無把握，將來洞中發生障礙，修理尤為困難。至於軍事關係，橋梁亦不乏防護之方法。故經縝密研究，權衡

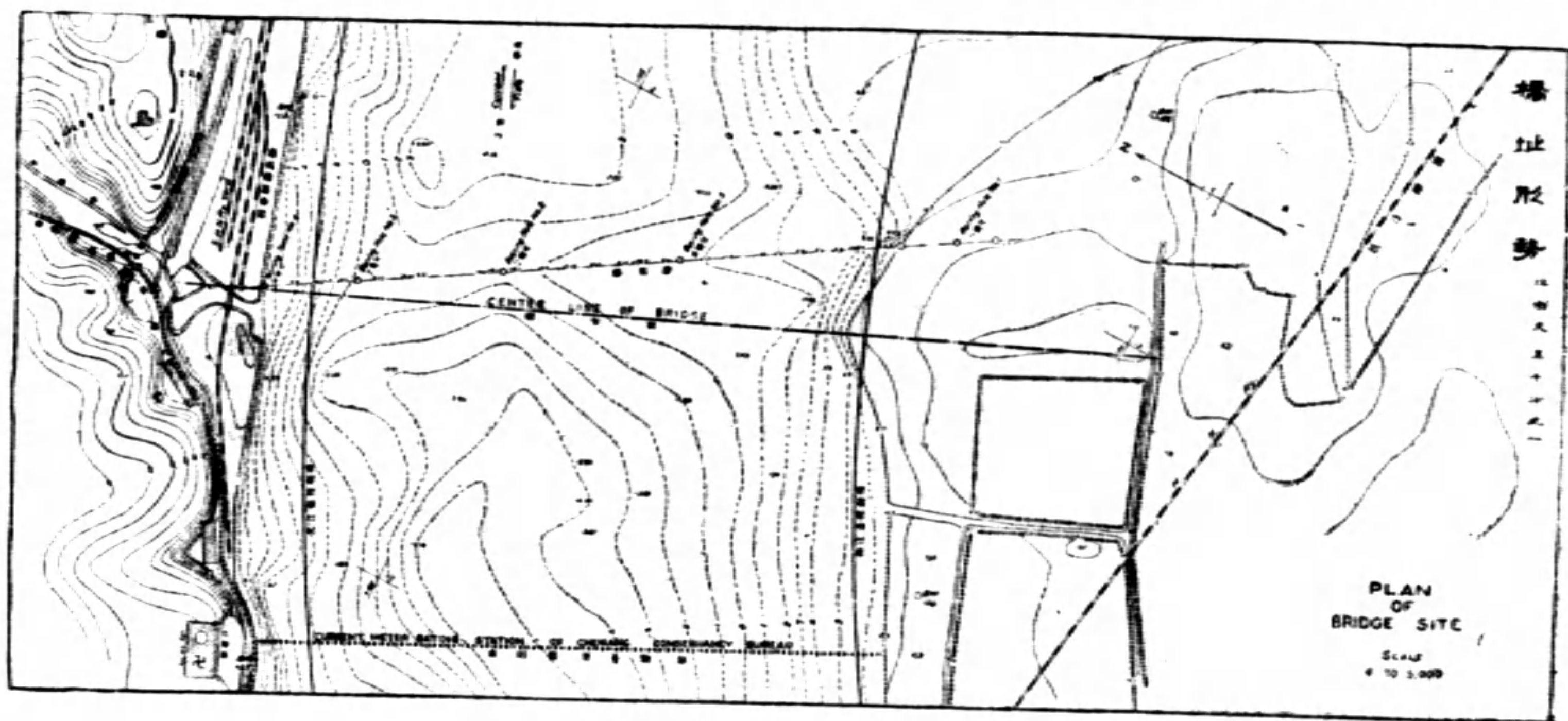
利害,按照錢江情形,深信維持最可信賴之交通,仍以建造橋梁為最經濟之方法。

(二) 橋 址 選 擇



(圖 三)

杭州爲鐵路公路集中之處，建橋地點，自應在其附近，以便銜接滬杭甬鐵路，杭江鐵路，及兩岸之各公路（圖三），雖地處錢江下游，水面遼闊，但若求其狹窄，繞至上游，則橋工固省，而路線延長，不僅築路費款，將來長期繞越，財力時間，亦不經濟。就杭州地形而論，南星橋距城市最近，且爲渡江碼頭，若可建橋，自屬便利；惜兩岸相距甚遠，江流無定，且潮水影響較鉅，建築經費，恐嫌過鉅。其他各處，

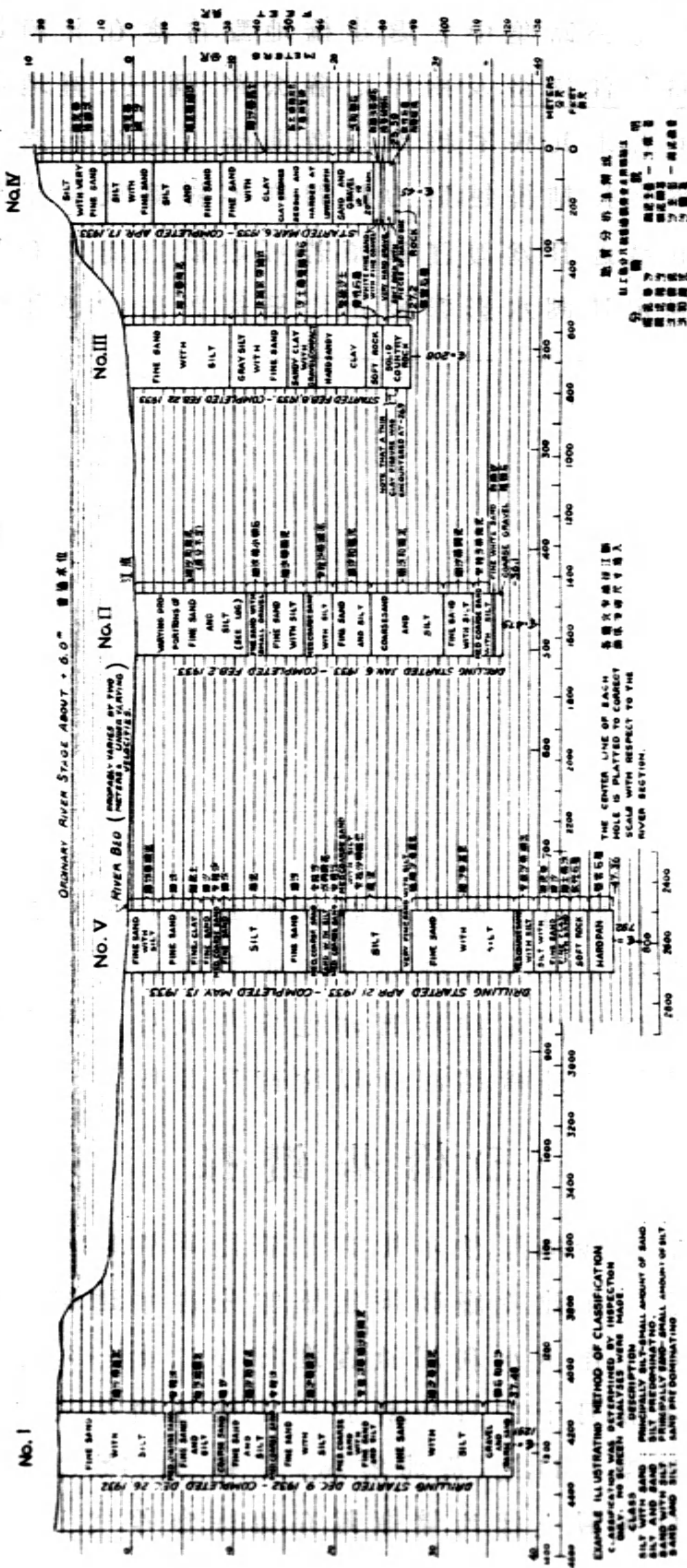


(圖四)

經多次勘驗，似以開口之滬杭鐵路終點爲最宜。其他江面較狹（僅一公里），河身穩定，北岸沙灘亦少，且正對虎跑山谷，于聯絡各項路線，比較便利；從經濟上觀察，實非他處可及。故本計劃以開口爲錢江北岸之建橋地址，橫越河身，以達南岸（圖四）。

(三) 橋基鑽探

錢塘江底，泥沙極厚，往年屢有造橋提議，皆以基礎困難，引爲顧慮。民國二十一年建設廳動議建橋，即先從事鑽探工作，以爲設計之根據。此項工作由水利局負責進行，自二十一年十二月九日開工起，至翌年五月十二日止，計於選定橋址，鑽探五口，計河身三口，兩岸各一。最深之口，達「黃浦零點」下48公尺；最淺之口，亦至27公尺。所有五口各層土樣，均儲瓶封存，留待參考。其土質分配情形，

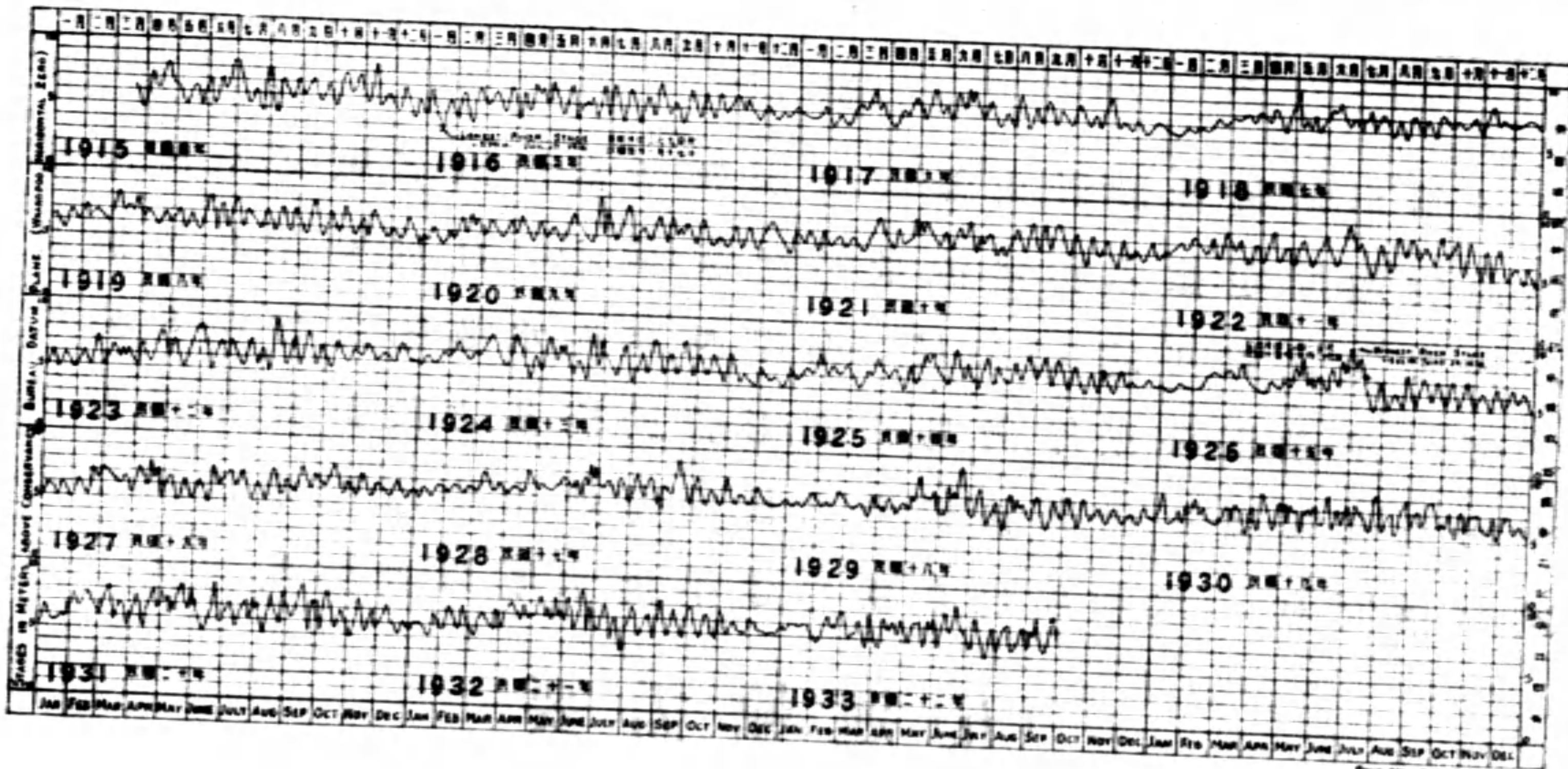


(圖五) 江底地質圖

略如圖(五)所示。大抵石層自北至南,傾斜甚驟,且在最北之口,已達25公尺以下,故各口所遇土質,均係軟泥細沙,揉和滲雜,間遇粗沙卵石,亦復無幾,欲建橋基於堅石之上,勢不可能,惟有加足基礎深度,利用四周泥沙之阻力,以減少底層之載重。經妥慎考慮,認為鑽探結果,於橋基設計,尚無特異之障礙。自成立工程處以後,復於主要橋墩,各鑽一口,以期周妥。

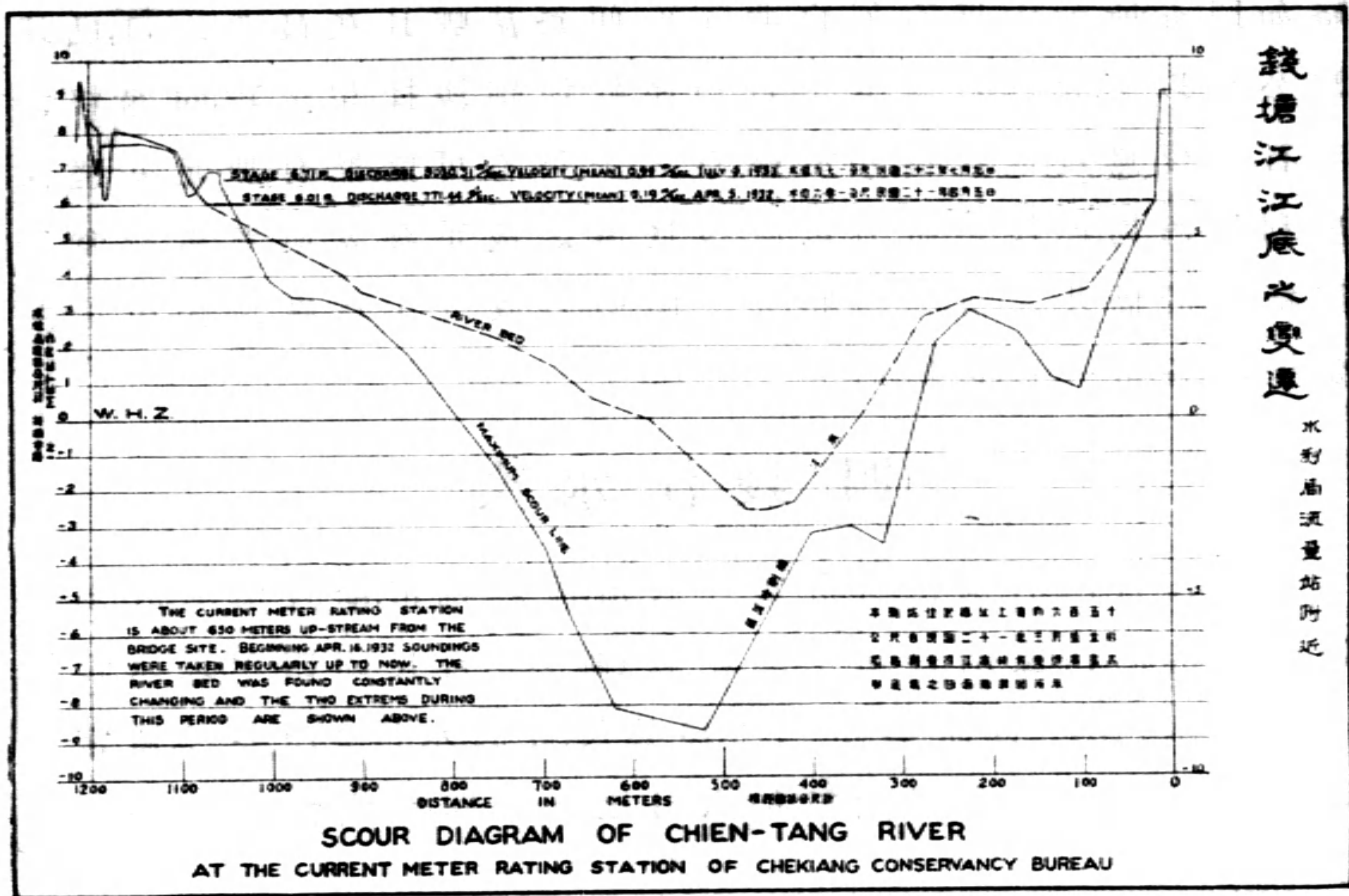
(四) 錢江水文

錢江自浙省西南,奔赴東北入海;流經杭市,漸入海灣。故兩岸遼闊,江潮洶湧。據開口站水文紀載(圖六),自民國四年以來,錢塘江最高水位,達「黃浦零點」上9.45公尺,最低水位3.79公尺,通常在5公尺至7公尺之間。除每年六月至九月間,水位較高外,終年無



(圖六) 錢塘江開口水位

鉅大變化;此殆因河身廣闊,地近海口之故。每日潮汐漲落,通常為1/3公尺,有時達1公尺,最甚時曾達2.65公尺。但在橋址附近,錢江潮特具之潮頭,已漸形消滅。水流速度(最近兩年紀錄),最大每秒1.58公尺,最小每秒0.03公尺。流量最大每秒14,626立方公尺,最小每秒164立方公尺。含沙比重:最大82/100,000,最小5/100,000。以上



(圖 七)

江流情形,於橋梁設計,尚無顯著困難。所當注意者,厥為水流冲刷斷面變遷問題:據六和塔流量站記載(圖七),江底刷深,在五個月以內,最深之處,可達5.5公尺,(南岸西興挑水壩附近曾達8公尺之多),足徵泥沙淤厚,仍易冲刷,影響於橋基之設計,良非淺鮮。所幸河身在橋址一帶,緊接彎道之後。北岸連山,中泓穩定,於橋梁規劃,尚稱便利。(水利局已在兩岸建築挑水壩,以期控制河流)。

(五) 運輸需要

據杭州錢江義渡最近統計,每日渡江人數,最少為一萬一千餘人,多至一萬七千餘人。其中有滬杭甬鐵路,杭江鐵路,及各公路之搭客;有赴浙東西之過客;有往來蕭山杭州之行人。杭江路通至玉山後,更有江西福建之行旅;運輸不為不繁。至于渡江貨物,現時尚難確實統計,但從閘口及南星橋兩站之運輸推算,將來每年渡江貨物,當在四十萬噸以上。故通過橋梁之運輸,計有火車,汽車,及

行人三種；而每種皆甚繁密。本計劃內，特備鐵路，公路及行人道三種路面，各不相犯，一切車輛行人，均可同時通過，無須號誌控制，以期便利而保安全。

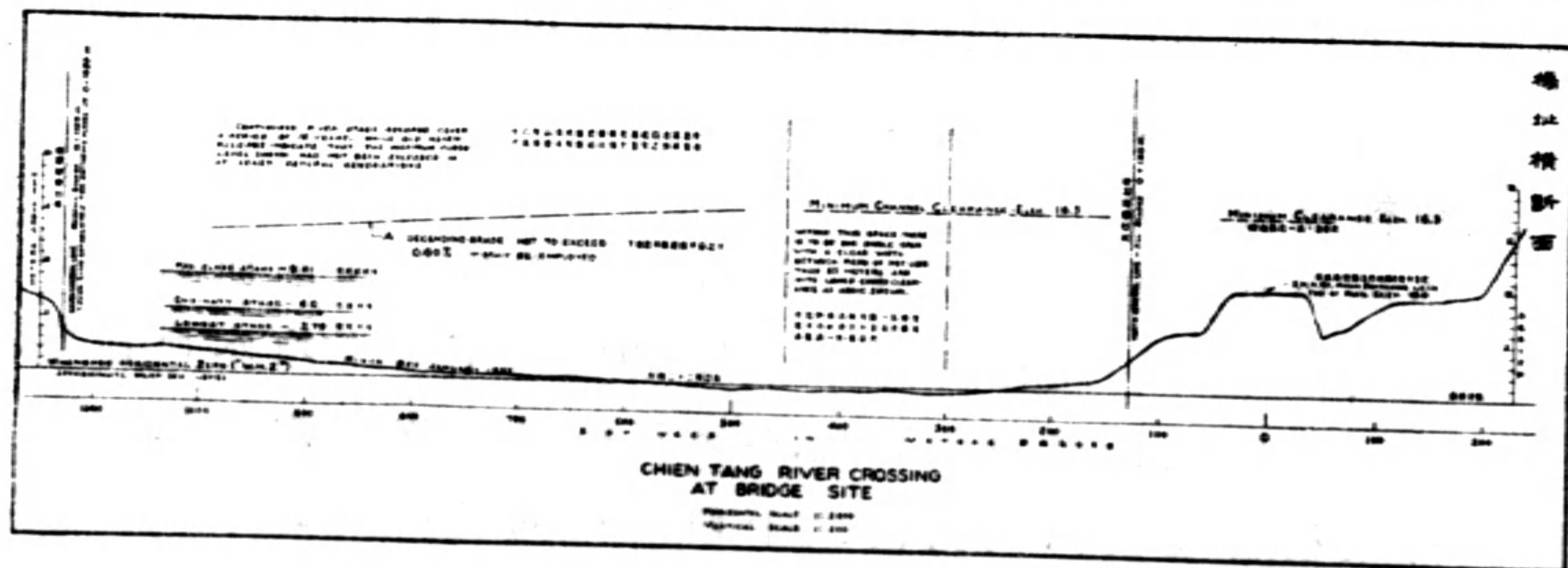
(六) 線路聯絡

錢江建橋之主要目的，爲(一)使杭江鐵路直達杭州，並通上海爲出口；(二)使滬杭甬鐵路，自杭州展至百官，完成線路；(三)使浙東浙西公路路線，連接貫通。故各路線如何過橋，及彼此如何聯絡，均應預爲籌劃，以期妥善。查橋之南塊，一片平原，本無阻礙，各路銜接，自可不生問題。惟北岸近山，人煙稠密，且滬杭甬路早有軌道，勢須遷就，除公路過橋，即接杭富線，無待研究外，鐵道登岸後，計有兩線；可通滬杭甬路；一自虎跑山谷，圍繞西湖外山，在艮山門附近接軌；一自虎跑山谷，經烏芝嶺後，繞回江干，在開口南星橋之間接軌。兩法需費大異，各有利弊，茲爲目前經濟計，與鐵道部及杭州市政府商定烏芝嶺路線，爲聯絡鐵路之用(圖三)。

(七) 設計標準

以上所述，皆爲橋梁設計應行考量之事項；茲依此爲根據，並參照實地需要情形，擬定設計標準如后：

(甲)橋長 江面正橋在錢江控制線之間，計長1公里(3280呎)。北



(圖 八)

岸引橋,計長 220 公尺(720 呎)。南岸沙灘引橋,計長 500 公尺(1640 呎)。共長 1720 公尺(5640 呎)(圖八)。

(乙)橋寬 橋面應供鐵道,公路,及行人之用;計單線鐵道淨寬 4.88 公尺,公路淨寬 6 公尺,人行道淨寬 3 公尺,共需淨寬 13.88 公尺(45 呎)。

(丙)橋高 北岸附近江流中泓之處,橋身距平時水面,淨空 9—10.5 公尺(圖八)。

(丁)墩距 橋墩距離,在江流深水處,最少 50 公尺,以便行船之用。

(戊)載重 橋梁載重,計鐵道須按照鐵道部規定之標準,相當於古柏氏五十級(Cooper's E-50)。公路須能行駛十五噸之汽車,行人道須顧及人羣擁擠之重。

(己)坡度 橋面坡度,鐵道最大 6%,公路最大 4%。

(庚)橋式 爲顧慮國防關係,及節省建築費起見,橋梁應取簡單式樣。活橋固不必需,所有連貫橋,翅臂橋,懸橋,拱橋,及其他長徑間之複雜形式,均當避免。

(辛)材料 鋼鐵及洋灰材料,均須遵照鐵道部之規範書。木料及砂石等,依照普通標準,各料以儘量在國內採辦爲原則。

(八) 第一計劃概要

二十二年春間,建設廳根據上述情形,函請美國橋梁專家華德爾博士,代擬全橋之設計,歷時三月竣事,復經略加補充,是爲第一計劃。茲將其設計內容擇要分述於后:

(甲)全橋概觀(圖九)

全橋以四種架梁組成。(一)江流中泓處,因航運關係,設置下承式桁梁橋一座,徑間 89.30 公尺(293 呎),下距平均水面,淨空 10.5 公尺。(二)此橋南北兩段,在錢江控制線內,各設上托式之桁梁橋,計北段六孔,南段二十四孔,徑間各 30.50 公尺(100 呎),合計 915 公尺(3,000 呎)。(三)北岸引橋,設置上托式之鈹梁十

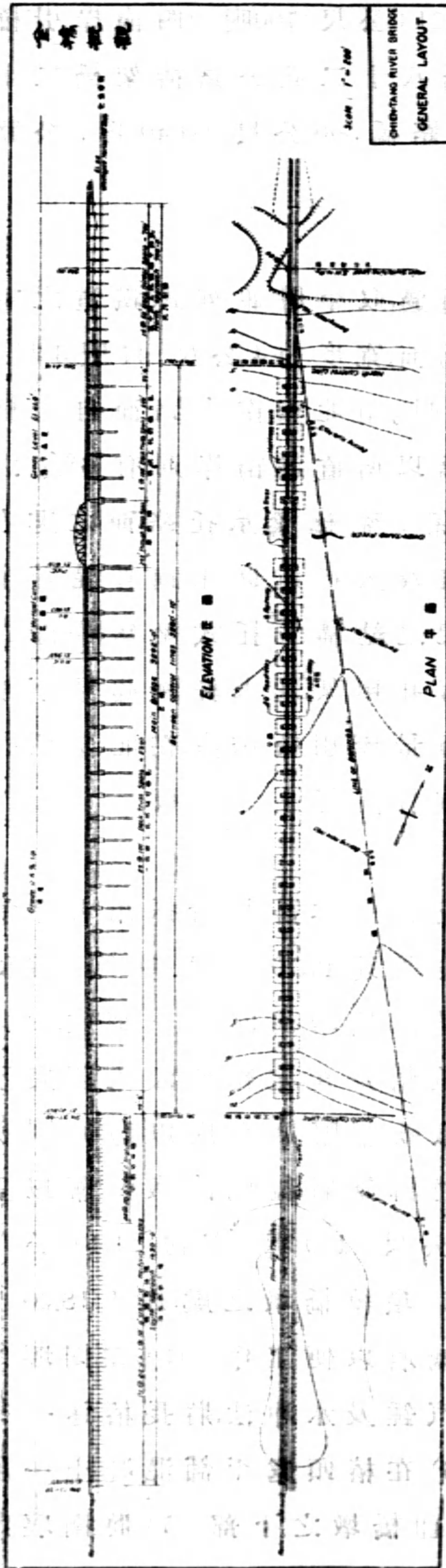
四孔,每孔 15.25 公尺 (50 呎), 合計 213 公尺 (700 呎)。(四)南岸引橋設置鋼骨混凝土之鐵路樁架橋八十二孔,公路樁架橋二十四孔,每孔 6 公尺 (20 呎), 合計鐵路橋 500 公尺 (1640 呎), 公路橋 147 公尺 (480 呎)。

(乙)橋身構造(圖十)

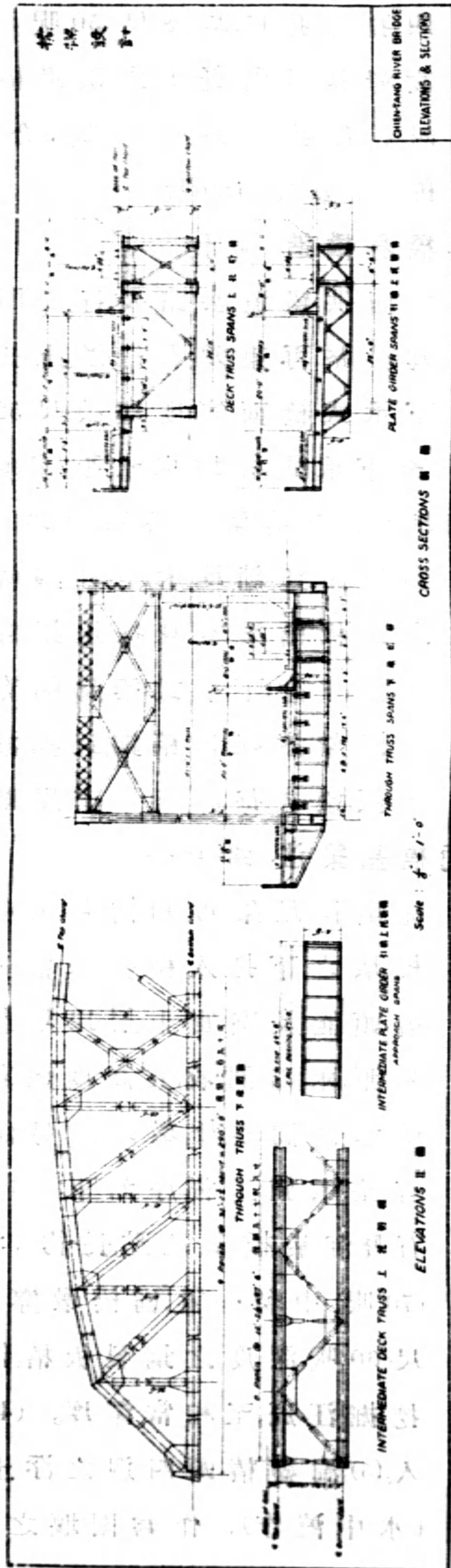
橋面供鐵道公路及行人同時通過,取平層並列式;鐵道之東爲公路,再東爲人行道。上托式橋面,寬度 14.4 公尺 (47 呎 3 吋), 下承式橋面,寬度 16 公尺 (52 呎 6 吋)。由北至南之路面,自引橋至下承式橋,均與水平;下承式橋以南,直達南岸,則有 6% 之坡度, (但樁架上公路之坡度則係 4%)。橋梁承托路面之處,在鐵道係逕鋪枕木,上釘鋼軌;公路及人行道,則用鋼骨混凝土之路板。橋梁本身,採用鑄釘桁架之結構,上托式梁爲華倫式, 每孔三架;下承式梁爲帕克式, 每孔兩架;爲求經濟起見,下承式桁架,並採用精鋼,以期減輕重量。至引橋橋身,在北岸係採用鉸梁式, 每孔三架,南岸則用鋼骨混凝土之平板。

(丙)橋基築法(圖十一)

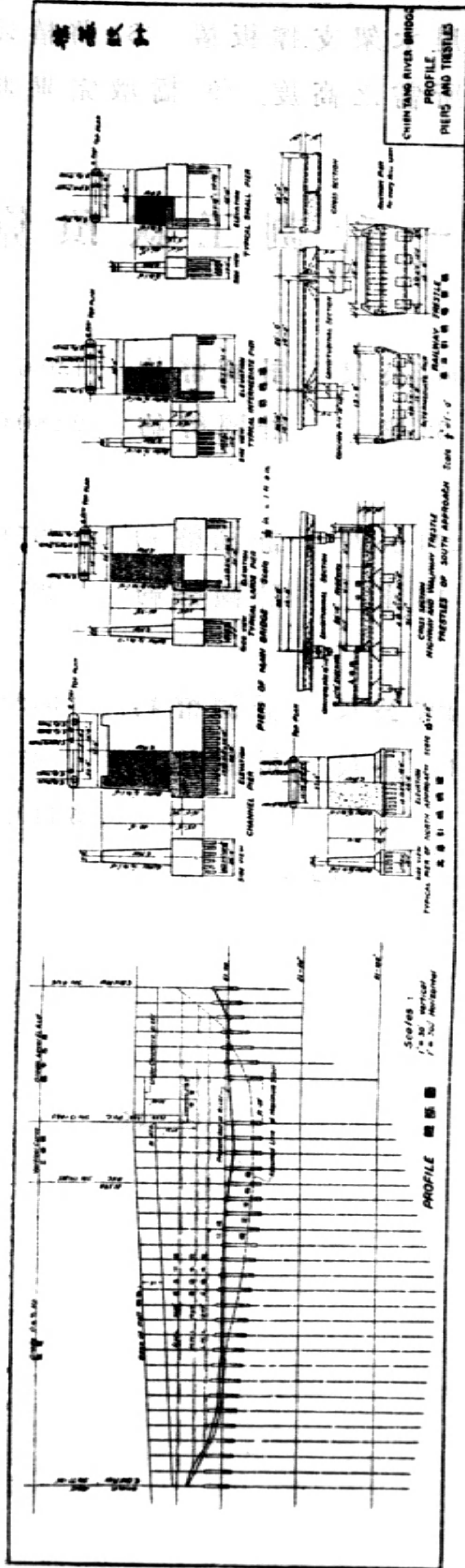
從鑽探結果,可知橋基工程,異常艱鉅。本計劃所採用者,係於橋墩之下,打入極長木樁,最深處須達 42.70 公尺 (140 呎), 務使樁頭能及堅實土層,以增載力。樁上橋墩用混凝土築成,中爲矩形,兩端圓收,其高度係就河底情形規定,總使深入江底,不受水溜淘空。橋墩四週,另鋪護墩軟蓆,緊貼水底,以防沖刷。所有全墩施工程序如下: (1) 用竹柳鋼絲,編成護墩軟蓆,以重石墜沉於橋基地點,長約 33.50 公尺 (110 呎), 寬約 21.40 公尺 (70 呎), 中留一孔,備橋墩穿過。(2) 環繞橋墩之處,打入 18.30 公尺 (60 呎) 深度之鋼製板樁,作成圍堰,以便工作。(3) 在圍堰內,挖掘江底,至相當深度。(4) 用汽錘及水沖法,將長樁逐一打入。(5) 淘盡樁頭四週之浮土。(6) 在樁頭處,平鋪混凝土一層, (水中澆作), 作爲圍堰之底。亦即橋墩之下部。(7) 將圍堰內



(圖九)



(圖十)



(圖 十一)

積水全部抽去,並用木架支撐板樁。(8)將樁頭切平,鋪放鋼骨,築做橋墩,漸達所需之高度。(9)橋墩完畢,將鋼板樁拔出。另築他處之圍堰。

(九) 第一計劃工款預算

| | | | |
|------------|---------|------|-------------|
| (甲)正橋 | | | |
| 桁架梁 | 1003 公尺 | 計國幣約 | 1,926,000 元 |
| 橋墩 | 32 座 | 計國幣約 | 2,280,000 元 |
| (乙)北岸引橋 | | | |
| 鋼板梁 | 214 公尺 | 計國幣約 | 207,000 元 |
| 橋墩 | 14 座 | 計國幣約 | 297,000 元 |
| (丙)南岸引橋 | | | |
| 鐵路樁架引橋 | 497 公尺 | 計國幣約 | 342,000 元 |
| 公路樁架引橋 | 146 公尺 | 計國幣約 | 67,000 元 |
| (丁)全橋共計國幣約 | | | 5,119,000 元 |

(待續)