

軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト
 竣成後二十五年間ノ經過ニ就キテ追補

會員 工學博士 那 波 光 雄

支那黄河ハ古來洪水ノ氾濫ヲ以テ名アリ下流々城ハ土地平坦地質脆弱ニシテ頗ル洗掘セラレ易ク河ノ流身ハ不斷ニ移動シテ一定セス又河自身モ大洪水ニ際會セハ數百基米ノ外ニ遷移スルコト其ノ例乏シカラスト云ヘハ之カ架橋工事ニ相當ノ考慮ヲ要スルハ推知スルニ難カラス現時同河ニ架スル鐵道橋ニアリ一ハ上流ニ於ケル京漢線ノ假鐵橋一ハ下流ニ於ケル津浦線ノ鐵橋ニシテ此ノ兩橋ノ距離ハ約四〇〇基米ナリト云フモ土地及地質ノ狀況ハ相類似セルモノ、如シテ前者ハ千九百四年頃ノ建設ニ屬シ既ニ保存期限滿了セントシ且多少ノ缺點ナキニ非サルヲ以テ今同之ヲ本橋梁ニ改造セントシ支那交通部ハ昨年末之ニ關スル諸要項及示方ヲ具シテ設計及施工者ヲ懸賞募集セリ依テ之カ要點ヲ摘錄シ併セテ現在ノ二橋梁ノ構造及施工法等ヲ略述シ第七卷第一號ニ掲載シタル「軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト竣成後二十五年間ノ經過ニ就キテ」ニ追補シ脆弱ナル地盤ニ建設セラルヘキ橋梁設計ノ參考ニ供スルト同時ニ黄河ト其ノ橋梁ニ對スル概念ヲ得ルニ資セントス

京漢線黄河橋梁

懸賞競争設計ノ要項ヲ略記スレハ左ノ如シ

甲 指示事項

論説報告 軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト竣成後二十五年間ノ經過ニ就キテ追補

論 說 報 告 軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト竣成後二十五年間ノ經過ニ就キテ追補

(一) 新橋架設地點 現在假橋ノ位置ヨリ約五〇〇米乃至一、二〇〇米下流ニシテ其ノ中心線ハ現橋中心線ト稍角度ヲ爲ス

(二) 橋梁延長 二、八〇〇米

(三) 地 質 試鑿ハ猶未タ完成セサルモノアルモ橋梁中心線ニ沿ヒ施シタル深サ低水面下五〇米ノ試孔二十三箇所ノ結果ヨリノ推定ニ依レハ主要層ハ

- (イ) 灰色粘土交リ細沙 (Fine argillaceous grey sand)
- (ロ) 黑色粘土交リ沙 (Greyish black argillaceous sand) 若ハ砂利及粘土交リ灰色沙 (Grey sand with round gravel & clay pebbles)

(ハ) 灰色粘土若ハ砂利及石灰華片交リノ灰色沙 (Grey clay or grey sand with pebbles & fragments of calcareous tubis)
 (ニ) 硬性深紅色粘土若ハ粘土交リ灰色細沙 (Compact deep red clay or Fine argillaceous grey sand)

等ニシテ各層ノ厚サハ一〇米乃至二五米ニ及ラモノアリ層間又ハ層ノ内部ニ諸種ノ不規則ナル薄層ヲ夾雜スルモノアリ而シテ各層ノ厚サハ不同ニシテ平行ナラス又層ノ順序モ場所ニヨリ差異アリ
 斯ノ如ク地質ハ主トシテ輕鬆ナル沙土ヨリ成ルヲ以テ河心ハ不斷ニ遷移シ今日ハ淺瀬ニシテ明日ハ河心ト爲リ或ハ之ニ反スル等洪水時ハ勿論平水時ト雖モ頗ル不定ナリ

(四) 水流ニヨリ洗掘セラル、深度 現假橋橋脚ニ在リテハ河床以下一一米ヲ最大トスレトモ現橋脚ハ螺旋鐵杭ナレハ水流ニ對スル抵抗ハ石造橋脚ニ比スレハ小ナルヘシ

(五) 平均最大流速 一秒時 一五米

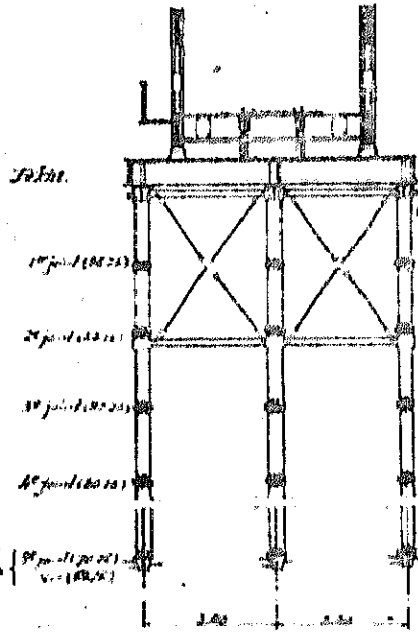
平均最小流速 同 五米

(六) 絶對最大流速 同 三〇米

Transverse section of a boat
Composed of 6 piles with cross bracings

Coupe transversale d'une palée
à 6 pieux avec contreventement.

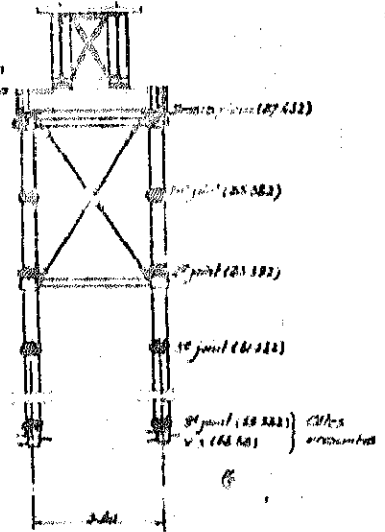
TYPE II.



Transverse section of a boat
Composed of 4 piles with cross bracings

Coupe transversale d'une palée
à 4 pieux avec contreventement.

TYPE III.



乙 上部構造

- (七) 洪水時ノ河ノ最大斷面積 一〇、〇〇〇平方米
洪水時ノ河ノ最小斷面積 一、〇〇〇平方米
 - (八) 流 量
洪水時 一秒時 一五、〇〇〇立方米
湧水時 同 五〇〇立方米
 - (九) 洪水位 平水位ヨリ高キコト二米四五
 - (十) 諸材料ノ單價及勞銀 (省略)
- 乙 上部構造
- (一) 橋梁ノ型式 流心ノ不斷變化ト洗掘ノ虞アルニヨリ流心ニ當ル部分ニテハ架桁足場ヲ省略シ得ル如キモノタルコト
 - (二) 設計荷重 (明治廿五年)ヲ用ウルコト(別ニ詳細ナル材料及製作示方書アルモ省略ス)
 - (三) 徑 間 橋臺及橋脚ノ構造ト上部構造ト相俟テ工費最小ト爲ル如キモノヲ選定スルコト
 - (四) 單線式ト爲シ別ニ步道ヲ設クルニ及ハサルモ待避所ヲ設クルコト
 - (五) 床 工 二四仙米角ノ木枕木ヲ中心間隔三

論 說 報 告 軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト竣工後二十五年間ノ經過ニ就キテ追補

四

四仙米ニ配置シ主桁間ニ歩板ヲ張ルコト

丙 橋脚橋梁

(一) 橋臺橋脚ノ基礎 最新式ノ工法ニヨリ築造シ如何ニ洗掘セラル、モ捨石若クハ其ノ他ノ防禦工ヲ施スコトナク

シテ安固タルモノタルコトヲ要ス

(二) 橋脚橋臺 表面ハ荒鑿切石ヲ用キ笠石ハ小叩程度ノ切石ヲ用フヘシ

丁 (所要設計圖等ニ就テノ要件ヲ示セルモ省略ス)

戊 雜 項

(一)(二)資格等ヲ規定ス

(三)賞 與

第一優等設計者 工事ヲ請負ハシム

第二 同 八萬弗ヲ賞與ス

第三 同 二萬五千弗ヲ賞與ス

第四 同 一萬五千弗ヲ賞與ス

(四)設計及見積開札期日 千九百二十一年六月三十日午前十時

(五)適當ノ設計ナキトキハ總テ之ヲ返却ス設計提出者ハ之ニ對シ何等ノ要求ヲ爲スヲ得サルモノトス

(六)天災及請負者ノ過失ヨリ生スル損害ハ總テ請負者ノ負擔トス

(七)五箇年間ノ保證ヲ附シ且同期間經驗アル役員ニシテ支那鐵路局ノ承認シタルモノヲ監督員ニ任命スヘシ

(八)支拂ニ關スル條項 (省略)

見積書式 (省略)

現在假橋梁ノ概要左ノ如シ

架橋地點 左岸榮澤口渡ヨリ右岸高武山脚ニ至ルノ線トス

全長 三、〇一〇米ニシテ梯形構ヲ左側ニ二十六桁、右側ニ二十四桁、中間ニ鉸桁五十二桁ヲ用フ

鉸桁 徑間二二米 五十二桁

梯形構 同 三一米 五十八桁

同 二九米六 二桁

橋脚橋臺

梯形構用橋脚ハ各列三本ノ螺旋杭二列ノ杭群ヨリ成リ各杭ノ間隔ハ三米四〇ニシテ根入ハ低水面下約一四米乃至一六米ナリ

鉸桁用橋脚ハ各列二本ノ螺旋杭二列ヨリ成ル

橋臺ハ略橋脚ト等シケレトモ根入ハ淺ク一〇米許ナリ

螺旋杭ハ管徑約〇・三五米長サ二米ノ管ヲ突縁環ヲ通シテ扱ハるとニテ締結セルモノニシテ旋集直徑ハ一米杭一本ノ支持力約百噸位ナラント云フ

橋脚中ニハ洗掘ニヨリ沈下セルモノアリテ爲メニ成規ノ橋脚ニ更ニ杭數ヲ増加シ補強ヲ爲シ尙現場ニハ技術員ヲ附シ拾石ヲ貯藏シ置キ洗掘ノ虞アルモノニハ直ニ拾石ヲ施シテ根固メヲ爲サレメ列車ハ常ニ最徐行運轉ヲ爲シ夜間ハ燦爛タル電燈ヲ點シテ不慮ノ事故ヲ防止スルニ最善ノ努力ヲ爲セリト云フ

黄河ハ例年七月初ヨリ十月初迄ヲ増水期トシ十一月ヨリ翌年四年末迄ヲ汎水期トス冬期ハ河床ノ大部分露出シ水流アル處ハ氷結シ辛シテ人ノ歩行ニ堪フ

現假橋ハ千九百二年起工シ千九百六年竣工セリ該工事ニハ主トシテ佛白人關係セリト云フ

備考 引用書目

編 說 報 論

秋明ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト竣工後二十五年間ノ經過ニ就キテ追補

論 說 報 告

軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト竣成後二十五年間ノ經過ニ就キテ追補

六

支那交通部發行

General Specifications for the Design and Construction of the Yellow River Bridge. Specifications for Steel Railway Bridge Plan, Profile and Section of the Straits of the Proposed Siat of the New Yellow River Bridge, etc.

津浦線黃河鐵橋

(一) 黃河概況

黃河ハ源ヲ遠ク西藏蒙古ニ發シ中部支那ニ入り渤海ニ注ク一大河ナリ上流ハ急勾配ニシテ禿山ノ間ヲ過キ下流ハ地質頗ル輕鬆ナル沙土ヨリ成ル廣濶ナル平野ヲ貫流ス是ヲ以テ一朝支那固有ノ大豪雨ニ際會スルヤ沙土ヲ流下シ之ヲ下流平坦部ニ於テ沈澱シ河床ヲ嵩高スルヨリ往々洪水ハ堤塘ヲ破壞シ低地ニ新水路ヲ作り更ニ前述ノ作用ヲ繰リ返セリ最近ノ大破壞ハ千八百五十二年開封府附近ニ起リシモノニシテ舊時黃河ハ決潰點ヨリ東向シ山東半島ノ南方ニテ海ニ入りシカ決潰後河水ハ東北ニ奔流シテ二〇〇基米ヲ距ル低キ大清河ニ注入シ全ク舊河身ヲ捨テ山東半島ノ北方ニテ渤海ニ注キ以テ今日ニ至レリ

(二) 架橋點ノ選定

架橋地ハ許ス範圍ニ於テ廣ク穿鑿セシニ全流域ニ亘リ良地盤ハ甚タ深クシテ上層ハ容易ニ洗掘セラルヘキ輕質ノ沙土ニテ大洪水ニ對シ抵抗力ナク又河床ノ形狀ハ沈澱物不斷ノ移動ニヨリテ著シク變化シ橋梁ノ安固ヲ保シ難キヲ以テ遂ニ濟南ノ北方ニシテ右岸(南)ハ河港磯口(Tokou)ノ護岸石垣ニ限ラレ左岸(北)ハ孤立セル綠閃岩ノ小丘鶴山(Tsioschen)ニヨリ防禦セラル、地點ヲ撰定セリ而シテ該地點ニ於ケル洪水時河幅ハ一、三〇〇米ニシテ平水時何幅ハ五〇〇米ナリ

(三) 設 計

橋梁ノ形式ヲ定ムルニ當リテハ

往來頻繁ナル河船ノ通航ニ障害ヲ與ヘサルコト

橋脚ノ爲メニ洪水時河幅ノ減少ナル、コトヲ出來ル火避クルコト
 汽車ノ通行ヲ制限セサル爲メニ固定橋ト爲スコト
 基礎工ト架桁工ヲ簡易ナラシムルコト

等ニ留意セラレタリ即チ洪水敷ニハ徑間九一・五米ノ並梯形構ヲ左岸側ニ一桁、右岸側ニ一桁、平水敷ニハけるばト式鐵

論 說 報 告 軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト竣工後二十五年間ノ經過ニ就キテ追補

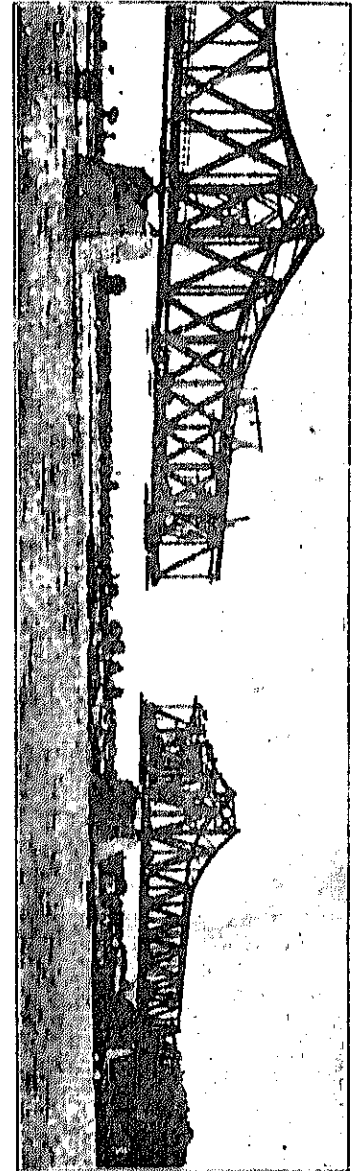


Fig. 1. Freier Vorbau eines Brückenpfeilers

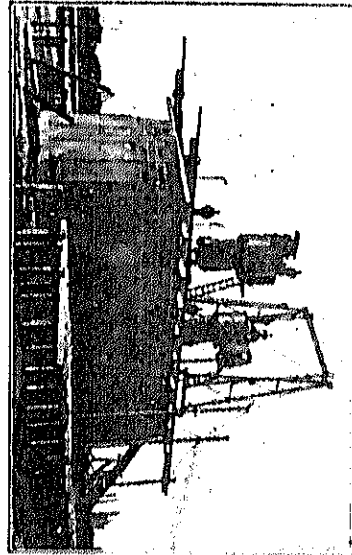


Fig. 2 und 3. Pfeilergründung mit Senk-Kasten

論 説 報 告 軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚脚臺ノ構造ト竣工後二十五年間ノ経過ニ就キテ追報

桁ヲ用キタリ同桁ノ左右徑間ハ二・二八・二米中央徑間ハ一・六四・七米ニシテ中央吊桁ノ長サハ一〇・九・八米ナリ桁高ハ一
般ニ一・一米ニシテけるば一式桁ノ塔門高ハ二〇米ナリ蓋シけるば一式ヲ撰ミタルハ計算ノ不正確ヲ避クル爲メナリ
橋臺ハ二個橋脚ハ十一本ナリ當初ハ橋脚二十本ノ豫定ナリシモ洪水敷ニ於ケル桁ノ徑間ヲ大ニシテ橋脚ノ數ヲ減少セリ

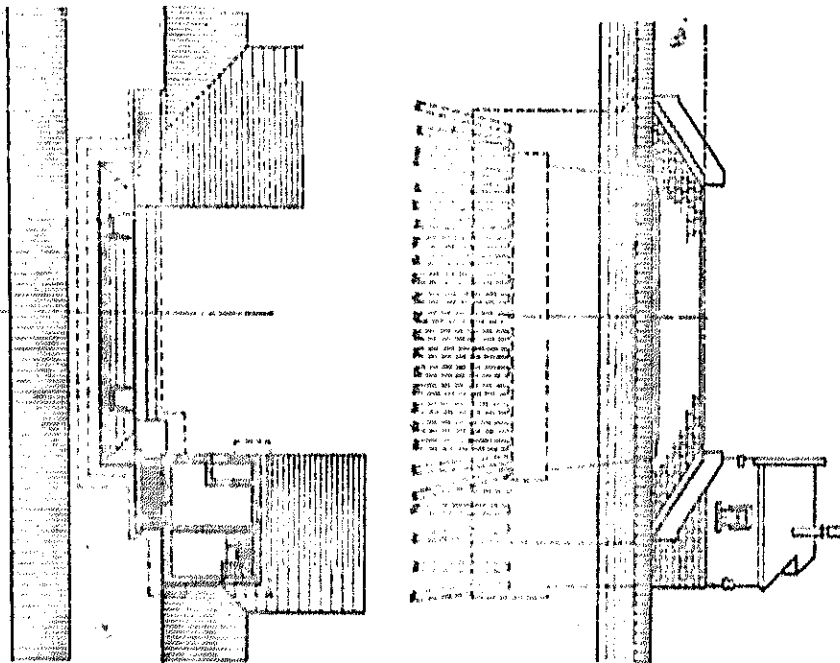


Fig. 4 and 5. Nachlässiges Verhalten

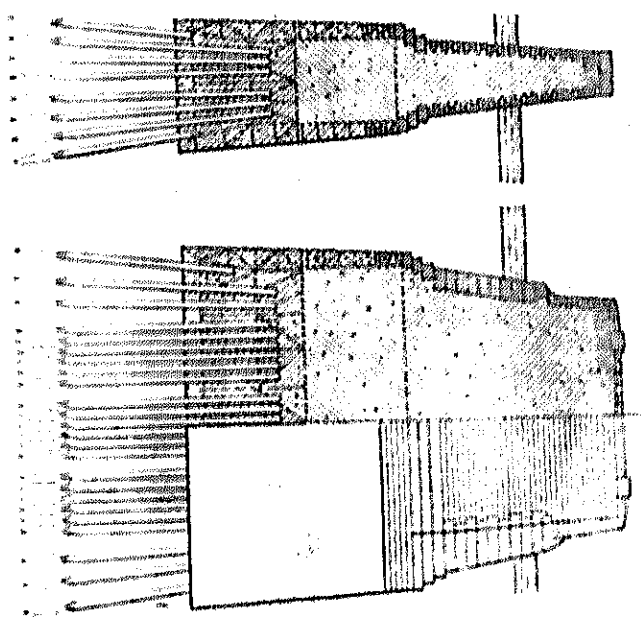


Fig. 6 and 7. Stütz-Platz

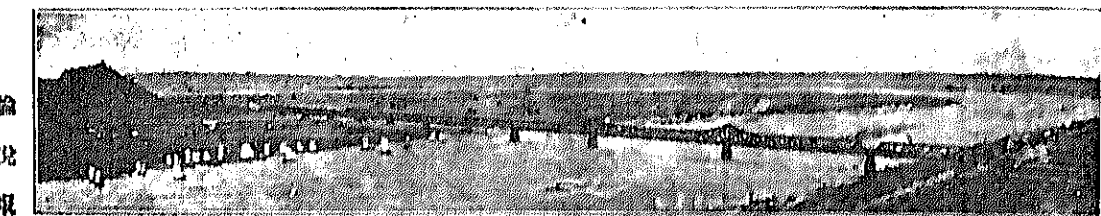


Fig. 8. Gesamtsicht der Brücke.

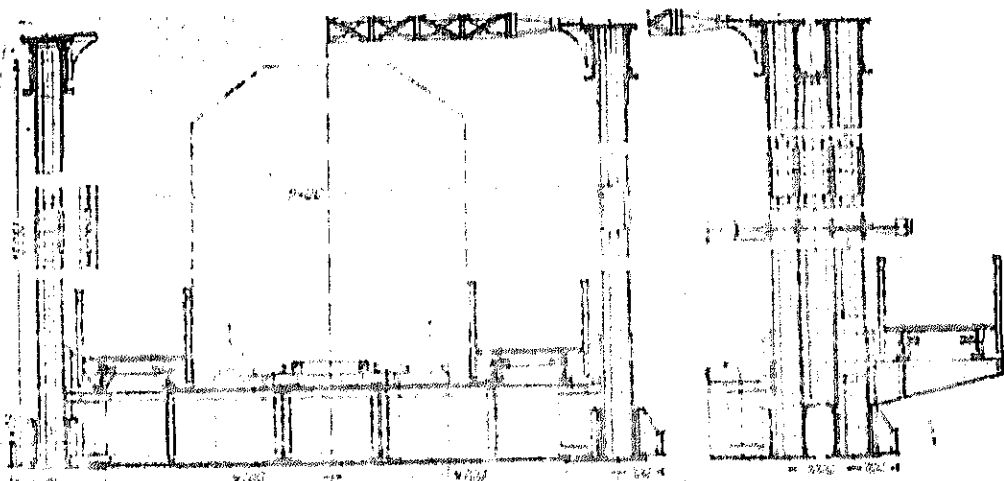


Fig. 9 und 10. Brückenquerschnitt für eingleisigen Betrieb mit Verstärkung für den späteren zweigleisigen Ausbau.

又兩橋臺及洪水敷内橋脚ト平水敷内橋脚トハ流水ノ洗掘力ニ差アルニヨリ別種ノ設計ヲ爲セリ

(五)橋臺及洪水敷内橋脚構造

北橋臺及七本ノ洪水敷内橋脚ハ矢板縮切ヲ施シ水替ニテ根掘ヲ爲シ長一五米ノ五角形(斷面積〇・二二三平方米)ノ鐵筋混凝土杭ヲ打テ其ノ上ニ混凝土ノ基礎工ヲ施セリ依テ抗端ハ低水面下一七米基礎工底面ハ四・四米ニ位セリ

南橋臺ハ工事中堤防ヲ切斷シ若クハ一時的トハ雖之カ爲メ堤防ヲ弱ムルコトヲ避ケ其ノ内方ニ設クルコト、セリ之ニ依リテ堤防馬踏ハ車道並積荷用軌道敷ニ利スルコトヲ得タリ

斯ク南橋臺ハ堤防ニテ防制セラレ居ルヲ以テ杭端及基礎工底面ハ各二米ツ、淺クセリ

(五)平水敷橋脚

小判形鐵筋井筒ヲ用ヒタリ井筒ハ二層乃至三層ヲ積重ネ内部ハ縱橫ニ鐵製ノ補強構ヲ以テ間仕切ヲ爲シ間仕切ハ鐵筋混凝土ヲ以テ被包セリ

第一、第三及第四橋脚ハ陸上ニテ組立テ低水位

以下三乃至五米迄ハ水中ニテ掘鑿シタルモ其レ以下ハ井筒底部ヨリ湧水ト共ニ土砂噴出シ來リ施工困難ト爲レルニヨリ井筒中ニ天井ヲ張リ壓搾空氣ヲ用キ所謂壓搾空氣筒(Pneumatic caisson)式ニヨリテ低水面下一三米迄之ヲ沈下シ此處ニテ井筒ノ深サ十分ナリト認メ天井ヲ取り毀テ長一七米ノ鐵筋混凝土杭ヲ打テ込メタリ(杭打用重錘ノ目方ハ約四噸半ナリ)斯ル狹隘ナル井筒中而カモ水中ニテ重量六噸ノ杭ヲ建込メ之ヲ打テ込ムハ随分困難ニシテ又大ニ時間ヲ要シタリ杭端ハ低水面下二五乃至二六米ニ達セリ

斯クシテ後井筒内ニ混凝土ヲ充填スル豫定ナリシカ實際ハ之ニ反シテ再ヒ深ク井筒ヲ沈下セリ其ノ理由ハ第二號橋脚ハ井筒ノ組立及沈下用ノ杭足場ヲ設ケタリシカ其ノ杭ハ低水面下一一乃至一三米迄打テ込メ置キシニ千九百十年ノ洪水ニ當リ弛緩シ搖蕩スルニ至レリ是レ渦勢カ此ノ深サニ達セシカ或ハ少クトモ同地點ノ地盤ハ緩メラレタルヲ證スルニ足ルヲ以テ再ヒ井筒ニ天井ヲ作り壓搾空氣式ヲ用キ更ニ四米ヲ沈下シ井筒ノ出口ヲ低水面下一七米トセリ然レトモ第二號橋脚ヲ除ク以外ノモノニ在リテハ一一乃至一二米ノ低水面下ニ於テ黃河欠泄以前ノ清河(River)ノ河底ヲナセル黄土ノ地山ニ達シ洗掘セシ、ノ處ナキカ如キモ安全ヲ慮リ斯ク沈下セシモノナリ

(六) 第二橋脚

本井筒ハ當初ノ豫定沈下ヨリ八米ヲ増シ低水面下二五米即チ河底最深地面以下一七米迄壓搾空氣式ニヨリ沈下シ杭打ヲ省略セリ

最大空氣壓ハ二氣壓半 即チ約八十尺ノ水底ニ於ケル壓力ニ等シ)ヲ要シ作業時間ヲ短縮スルノ餘儀ナキニ至レリ

平水敷橋脚ハ其ノ周圍ニ木杭ヲ幾列ニモ打テ捨石ニテ根固メヲ爲セリ又洪水敷橋脚ニハ石ノ根固メヲ施セリ

橋蓋橋脚ハ何レモ混泥土工ニシテ表面ニハ石灰石ノ切石及平石ヲ以テ化粧工ヲ施シ床石ニハ御影石ヲ用キタリ

(七) 複線準備

主桁ノ中心間隔ヲ九・四米ト爲シ中央ニ鐵道ヲ敷キ主桁内兩側ニ一・七五米ノ步道ヲ設ケタリ

複線改造ノ場合ニハ主桁ヲ圖ノ如ク補強シ歩道ヲ主桁外側ニ移シ橫床構ヲ補強シ主桁内ニ上下二個線路ヲ敷設スル様ニ設計セリ

(八) 使用材料數量及工費

上部構用鐵材

八、四〇〇佛頓

橋臺橋脚材料

二六、五〇〇立方米

鐵筋混凝土杭(長一五乃至一七米)

一、五五八本

總工費

一一、〇〇〇、〇〇〇馬克

(九) 起工竣工年月及請負者

起工

千九百九年八月

竣工

千九百十二年十二月

一般設計、下部工ノ施工及上部構工ノ架渡

Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., Werk Gustavsburg.

上部構製作

同上會社及他ノ在獨逸國三會社

工事監督

津浦鐵路局

備考 引用書目

Industrie und Technik Mai, 1921. (Railway Gazette Feb. 7, 1913 p. 173)

(完)