

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

會員 工學博士 那 波 光 雄

緒 言

地盤軟弱ニシテ硬盤ノ所在頗ル深ク且ツ水流ノ爲メ河底洗掘セラル、虞アル河川ニ架橋セントスルニ當リテハ技術者ハ安固ニシテ經濟的ナルモノヲ設計センカ爲ニ考慮ヲ費ス處甚大ナリ而シテ先例ノ採リテ以テ設計ノ參考ト爲スヘキモノ或ハ自己計畫ノ適否ヲ判斷スルニ足ルモノアラシカ當事者ニ在リテハ有力ナル援助ヲ得タルヲ感スル言ヲ俟タス然シテ此種工事ニシテ有益ナル參考資料タルヘキモノ今ヤ我國ニ多々之アルヘケレハ續々公表セラレンコトヲ切望シテ止マサル所ナリ

國有鐵道關西線名古屋四日市間ニ於ケル列車回數ハ今ヤ將ニ單線ノ運轉限度ニ垂ントシ複線増設ヲ爲スノ日又遠キニアラサルヘシ而シテ同線中木曾揖斐兩橋梁ハ舊關西鐵道株式會社カ明治二十七八年ニ亘リ建設セルモノニシテ延長合シテ六千四百四十呎ニ及ヒ地盤頗ル軟弱ニシテ尋常ナラス架橋費ハ四名間二十三哩餘ノ總建設費ノ四割ヲ占メタリ

依テ増設工事ニ在リテハ地質、現橋梁建設當時ノ諸事項ヲ考慮シ慎重ニ設計スルコトヲ要ス然レトモ建設以來年ヲ閱スルコト二十有五年其間該線ノ如キハ國有ニ移リ記錄ノ所在確カナラス且ツ關係者モ大半ハ故人トナリ資料ノ蒐集頗ル困難ナリ著者ハ曾テ揖斐川橋梁ノ建設ニ從事セシヲ以テ是レヲ座視スルニ忍ヒス頃日手記ニ存スルモノ或ハ記憶ニ確カナルモノ、ミヲ採リ建設當時ノ事項ヲ書綴リ之レヲ現名古屋保線事務所長坂口工學士ノ橋脚橋臺ノ現下ニ於ケル狀態ノ報

告及ヒ東京帝國大學教授大森理學博士ノ明治三十四年及大正七年ノ二回ニ亘ル橋脚振動ノ試驗成績ニ對照シ軟弱ナル地層中ニ浮遊セル橋脚及橋臺ノ長年月間ニ於ケル變動、并筒ノ土中ニ埋沒セル長ト沈降及振動ノ關係ヲ考查シ以テ改良工事設計ノ資ニ供セント試ミタリシニヨリ今敢テ之レヲ本誌ニ寄ス蓋シ先自隗始ノ意ニ外ナラス

一 發 端

明治二十六年ニ於ケル關西鐵道株式會社ノ營業線ハ四日市草津間四十九哩一ト龜山津間ノ九哩六ノ合計五十八哩七ニ過キス而シテ運輸數量モ亦頗ル貧弱ナリシハ一日一哩ノ收入十圓ヲ出テサリシニ徴シテ知ルヘキナリ今之レヲ大正九年五月中ノ國有鐵道平均一日一哩收入百五十六圓三十五錢(關西線名古屋龜山間一日一哩平均百五十三圓餘)ニ比スレハ眞ニ隔世ノ感アリ

是ヲ以テ當時同社業務ノ振興ヲ策センニハ名古屋京都間ト名古屋大阪間ヲ接續スル短距離直通線ヲ敷設シ以テ運輸數量ノ増大ヲ圖ルノ外ナカリシナリ然レ共名古屋四日市間ニハ木曾揖斐ノ兩大川アリ而モ同川ハ曾テ政府カ東海道線ヲ敷設スルニ當リ比較線トシテ調査セシ際地質泥濘所謂底無シト知ラレタル處ニシテ架橋不可能トシテ見捨テタルモノナリト云ヘハ縱シ架橋シ得ルトスルモ多額ノ工費ヲ要シ上記ノ如キ貧弱ナル私設鐵道會社ノ經濟トシテハ果シテ採算シ得ルヤ一般ノ疑問トスル處ナリキ又鐵道局長官井上子爵ノ如キハ同社長白石工學博士ニ向ヒ該計畫ノ無謀ナルヲ極言シ斷念スヘキコトヲ戒飾セラレタルモ博士ハ經濟的範圍ニ於テ架橋ノ可能ナルヲ確信シ遂ニ四名間延長ノ申請ヲ貫徹シ明治二十六年末ヨリ工事準備ニ着手シ越エテ廿七年三月起工セリ此ノ如ク當時ニ在リテ兩橋ノ成否ハ鐵道界ノ矚目セシ處ナリキ

二 地 勢 及 地 質

關西線ノ通過スル桑名彌富間ノ土地ハ木曾揖斐長良ノ三大川ノ河口ニ接シ數多ノ河流網狀ニ分布シ低濕(堤内ノ地面ハ滿潮面以下ノモノ多シ)ニシテ年々水害ヲ蒙リ農作物ノ被害莫大ナリ内務省ハ夙ニ三川流域ニ於ケル洪水ノ疏通及平水位ノ低下ヲ目的トシ先ツ下流改修工事トシテ三川分流工事ヲ起シ架橋ノ當時ニ於テ木曾川ハ河口ヨリ新架橋地點ノ稍上

流迄ノ工ヲ竣リ揖斐川ハ尙未タ著手スルニ至ラサリキ是ヲ以テ洪水時ニ在リテハ木曾長良ノ出水ノ一部ハ油島ニ於テ揖斐川ニ溢流シ來リ揖斐川ハ河幅ニ比シ多大ノ水量ヲ流下スルコト、爲リ水位高昇シ爲メニ上流ノ疏通ヲ妨ケ又下流ニ對シテハ水勢ヲ増大シ破堤ノ災ヲ惹起スルハ勿論河底ヲモ甚敷侵掘シ水深數尋ニ達スル處尠カラズ

揖斐川架橋地點ハ河川改修ノ爲メ橋梁ニ影響ヲ及ホスコト最モ少ナキコト竝ニ木曾川架橋地點、長島輪中及桑名側ニ於ケル線路ノ關係等ヲ考慮シテ揖斐川河口ヨリ約五哩桑名船場ヨリ二哩八ニシテ右岸ハ三重縣桑名郡大山田村字上ノ輪左岸ハ同郡長島村大字長島ニ屬スル處ヲ選定セラレタルカ架橋當時該所ニ於ケル川幅ハ約二千尺ニシテ最大水深ハ滿潮面以下約二十五尺最大干滿ノ差ハ五尺乃至六尺ナリシモ改修計畫ニ在リテハ油島ヨリ新架橋地點ノ直下流ニ至ル間ハ長良川ヲ背割堤防ヲ隔テ、揖斐川ニ竝行セシメ架橋地點附近ニ在リテハ揖斐川ノ川敷ヲ長良川敷ト爲シ揖斐川ニ對シテハ桑名側ニテ約一千二百尺ノ新川敷ヲ新設シ川幅合計三千二百六十尺ト爲セルヲ以テ橋梁ハ之ニ依リ其ノ延長ヲ定メタリ地質調査ハ線路ノ選定ニ際シ同社技術員伊藤源治氏之ヲ擔當施行セシカ其ノ記錄紛失シテ今其ノ結果ヲ知ルニ由ナキモ最近伊藤氏ノ記憶ヨリ作製シ寄與セラレタル所ニ據レハ別圖ニ示スカ如ク地質ハ間々砂、小砂利ノ混交スルコトアレトモ大體ハ泥砂層ニシテ試掘深サ百五十呎ニ達セシモ尙硬盤ナク作業困難トナリ遂ニ之ヲ中止セリト云フ

沈井掘鑿ニ依リ實驗セル地層モ大略試掘ノ結果ト符合シ柔軟ナル泥砂大部分ヲ占メ間々貝殻竝ニ砂礫ヲ混シ最大干潮面下八十呎ニ至ルモ大差ヲ認メサリキ

(備考) 桑名量水標ニ於ケル (内務省調査ニ據ル)

干滿差總平均

三・二三六

最大干滿差平均

五・五九六

最小干滿差平均

二・二二一

最大 差

六・二七

大正八年九月十三日

最 小 差

○・九四

大正七年七月十六日

三 橋脚及橋臺ノ構造並施工法

揖斐川橋梁ハ徑間二百呎ノだぶるうぶれん型構桁十五及徑間百二十呎ノぶらっと型構桁一ヨリ成レリ而シテ橋脚基礎ハ長徑三十呎短徑十五呎ノ橢圓形井筒ヲ用キタリ其ノ構造ハ當時普通ニ用キタルモノト等シク下部ニハ木塊ノかゝぶト鐵及山形鐵ヨリ成ル杓ヲ用キ其ノ上ニ厚三吋幅四吋八分ノ三長九吋ノ竝形煉化石及六種ノ異形煉化石ヲ用キテ先ツ十呎ノ井筒ヲ疊築シ内ニ徑一吋半ノ堅桿八本ヲ挿入シ又十呎毎ニ幅五吋厚二分ノ一吋ノ平鐵ノ環ヲ積ミ込メリ右煉化石積ノ凝固ヲ俟チ井筒ノ沈下ニ著手シ其ノ終了後更ニ煉化石十呎ヲ疊築シ上記ノ作業ヲ順次繰リ返シ井筒ノ先端干潮面下五十呎乃至八十四呎ニ至リテ止ム井筒ノ沈下ハ堤内地及流作地ニ設ケタルモノニシテ水替ヲ爲シ得ルモノニ在リテハ初メ二十呎乃至三十呎間位ハ所謂空掘ニ依リ一、二日間ニテ十呎ヲ容易ク終了セリ然レトモ三十呎以上ニ達スレハ水壓ノ爲メニ俄然噴水シ同時ニ井筒周圍ノ土砂ヲモ底面ヨリ噴出スルコトアリテ施工頗ル危険ト爲レルヲ以テがっとめる浚泥器及手巻うゐんちヲ用キテ施工セリ又五十呎以上ニ達スレハ巻キ方ノ能率頗ル減少スルヲ以テすちーむうゐんちヲ使用シ好結果ヲ收メ又沈下中過掘五六呎ニ及フモ側壓ノ爲メ沈下セサルコトアリ此ノ場合ニ於テハ荷重ヲ増加スルノ勞ヲ省ク爲メニ井筒内ノ水替ヲ爲シ内部ノ水面ヲ降下スルコトニ依リ容易ニ沈下セシメタルコトアリタリ

當地點ハ硬盤ノ所在深クシテ井筒ヲ之ニ達セシムルニハ施工困難ナルノミナラス莫大ノ費用ヲ要スルヲ以テ水流ノ爲メ多少洗掘セラル、コトアルモ安固ニシテ支持力ヲ脅威セラル、虞ナキ相當ノ深サヲ決定スルヲ要ス依テらんきん氏ノ土壓公式等ヲ參照シ本橋ノ場合ニ在リテハ井筒ヲ土中五十呎以上挿入セハ所期ノ目的ヲ達シ得ヘキコトヲ豫定シ先ツ試驗荷重ヲ第八號井筒ニ就キ施行セリ蓋シ第八號井筒ハ本流ヨリ分岐セル運搬用掘割ニ沿ヒタル流作地ニ在リテ最初ニ干潮面下約五十呎ニ達セシト荷重用軌條ノ運搬便利ナリシ爲メトニ依リ之ヲ選ヒタルモノニシテ他ニ意味アルニアラス井筒ハ荷重ヲ加ヘ未タ所期ノ荷重千噸ヲ積ミ終ラサルニ四呎七八三沈下シ荷重用軌條ハ地面ニ接觸支障セラレテ試驗ヲ繼續

スルヲ得サリキ是レ側面摩擦及井筒外壁ト隔壁トノ水平面積ニ對スル地盤ノ支持力微弱ナルニ因ルモノニシテ重量加ハルニ從ヒ底部ノ土砂ハ井筒ノ中空へ壓出セラレ段々隆起ス依テ荷重ヲ除去シ井筒内ニ隆起セル土砂ヲ浚へ出シ栗石ヲ投入シテ幾分地盤ヲ固メ新ニ底混凝土厚サ十餘呎ヲ施シ底面積ヲ増加シ更ニ荷重ヲ加へ總重量千百九十噸ニ及へリ沈下ハ加重スルニ從ヒ増加シ荷重全部積終リ後數日ニシテ全ク停止ス更ニ一週間ノ經過ヲ見シニ變化ナク沈下總量ハ〇呎八三三ナリ依テ荷重ヲ除去シ井筒ノ高低ヲ測リシニ負荷セル時ト差異ナカリキ

該試驗中日々ノ沈下寸尺ハ第一號圖表ニ示スカ如シ面シテ日々施行セル加重量ノ記錄散逸シ荷重ト沈下トノ關係ヲ知ルニ由ナキハ遺憾ナリトス而シテ日表ノ後部ニ於テ沈下漸次減退セルヲ示セルハ日々積載セル荷重數量ノ減少セシカ又ハ積載ヲ終リ放置中ナリシカニ因ルモノト思考ス其ノ他三、九、七號井筒ニ就キ施行シタル荷重試驗ノ成績ハ何レモ大同小異ナリシヲ以テ左記ニ依リ施工セリ

(一) 井筒カ當時ノ河底若クハ新計畫ノ河底以下約五十呎沈下シタルトキハ井筒内ノ水面ヲ成ルヘク水替ニ依リ低下シ長二十四呎ノ松丸太ヲ二十八本打チ杭頭ヲ切り揃へ杭間ノ土砂ヲ浚へ栗石ヲ詰メ其ノ上ニ水中混凝土ヲ施シ井筒ノ底面ヲ閉塞ス

杭打ニハ眞矢及矢蝟ヲ用ヒタリ而シテ重錘ノ重量ハ約半噸ニシテ之カ綱引ハ人夫ヲ用キテ井筒ノ外部ニ於テ働作セシメタリ

杭打ヲ施シタルハ橋脚三、七及九乃至十五號ノ九箇ニシテ其ノ目的ハ地盤ノ支持力ヲ増進スルニ在リタレトモ四、五及六號ハ水替不能ニシテ施工困難ナリシト其ノ效果ヲ積極的ニ認ムル能ハサリシトニ因リ上記九箇以外ノモノニハ之レヲ省略セリ

(二) 底部ノ混凝土ノ凝固シタルトキハ荷重約千噸ヲ積載シ井筒ノ沈下ノ全然停止スルモ尙一週間沈下ノ模様ヲ觀測シ異動ヲ認メサルトキハ荷重ヲ除去ス荷重ニ依ル沈下數量ハ第二表ニ示スカ如シ

(三) 荷重ヲ除去シタルトキハ井筒ノ内部ヲ洗滌シ水替ヲ爲シ中埋混凝土ヲ施工ス

(四) 井筒ハ重量ヲ減スル爲メニ左右ニ徑五呎ノ空洞ヲ各一個ツ、殘存シテ中埋ヲ施セリ

(五) 橋脚軀體工内ニモ前項ト同一ノ目的ヲ以テ四呎平方ノ空洞二個ヲ存シ又空洞内外ノ水位調整ノ爲メニ小孔ヲ側面ニ設ケタリ

平水路中ニアル橋脚ニ對シテハ築島工ヲ施行セシモ水深多キモノニ在リテハ長大ナル杭材及矢板ヲ要シ又井筒沈下呎數ヲ増加シ且ツ長時日間井筒ハ築島埋土中ニ在リテ天然地盤ニ到達シ得サルニ依リ出水スルトキハ築島ノ枠及中埋土砂洗ヒ流サレ井筒傾倒ノ虞少シトセス現ニ第五號ノ如キハ此ノ災厄ニ遇ヒ半ハ傾斜シ之カ復舊ニ努メシモ遂ニ全然正位ニ復スルヲ得ス終始施工ニ困難セリ斯ク築島ヲ用ウルハ技術上ヨリモ經濟上ヨリモ良好ナル方法ト認メ難キニ因リ井筒ヲ河岸ニテ製作シ之ヲ進水セシメ浮游式ニテ直チニ河底ニ据ヘ付ケ一舉ニ築島費ト掘鑿費トヲ節約シ併テ竣工期ヲ速メント策シ最深キ第四號ニ鐵製井筒ヲ試用セリ而シテ當初ノ計畫ハ餘リニ幅狭ク高サ大ナル井筒ノ如キモノニ對シテハ安全ヲ缺ク虞アルニヨリ實行ニ當リテハ現位ニ足場ヲ作り之ヨリ懸吊セル六本ノ桁上ニ普通ノ杓ヲ据ヘ其上ニ側板一段ヲ取り付ケ之レカ綴紙ヲ終リタルトキ之レヲ水中ニ降下シ順次ニ側板一段宛ヲ繼キ足シ成ルニ從ヒ之レヲ垂下シ側板七段總高三十呎ヲ組立テタルトキハ受桁ハ將ニ河底ニ達セントス此ニ於テ井筒側板間ノ水ヲ少シク替ヘ重量ヲ減シテ井筒ヲ稍浮游セシメ桁ヲ抜き取り更ニ水ヲ入レテ井筒ヲ河底正當ノ位置ニ沈定セシメ少シク重量ヲ加ヘ移動セサル様ニナシ側板間ノ空隙ヲ水中混凝土ニテ充填シ更ニ其上ニ五呎ノ煉化石井筒ヲ疊築シ凝固スルヲ俟テ井筒ノ内ノ土砂ヲ滾出シ徐々ニ沈下セシメ十呎ノ沈下ヲ終リタルトキ更ニ煉化石ヲ十呎疊築シ順次作業ヲ繰返シ干潮面下約八十四呎ニ沈下セリ

該作業ハ脆弱ナル地盤上ニ高三十七呎餘幅十五呎ノ直立柱ヲ樹立シ之カ内部ノ土砂ヲ掘出シ沈下セシムルモノナレハ一朝掘鑿ニシテ不同ナランカ直チニ平衡ヲ失ヒ傾倒スルノ虞アリ故ニ井筒カ相當ノ深サ地中ニ挿入スルマテ掘鑿ハ潛水夫ヲシテ不同ナク徐々ニ施工セシメ尙井筒ノ沈下ニ伴フ動搖ノ模様ヲ精測シ傾斜スルノ兆アレハ支柱ヲ施シ或ハ掘鑿ヲ加

減シ猶豫ナク之ヲ防止スルノ法ヲ採リタリ

本橋脚ハ明治二十七年九月起工シ同二十八年九月竣成シ此ノ間十一箇月ヲ要セリ

第五號井筒ハ洪水ニ遇ヒ傾斜シ前述ノ如ク正位ニ復舊スル能ハスシテク字形ヲ爲シ施工ニ困難ニシテ最終沈下ヲ了ル迄前後左右ニ偏倚スルヲ免レサリキ

井筒沈下ハ大部分がとめる浚泥器及手巻うゐんちヲ用キシカ其ノ效率頗ル不良ニテ井筒十尺ヲ降下スルニ長日時ヲ要セシハ第二號圖表ニ示スカ如シ

東橋臺ハ二百呎桁ヲ支持スルモノナルカ在來ノ堤防中ニ在リ地盤砂ニ富ミ比較的良好ナル地層アリシニ因リ箱枠ヲ用ヒテ土砂ヲ掘鑿シ二十四呎ノ松杭ヲ打チ其上ニ基礎混泥土ヲ施シ煉化石及石材ヲ用キ作リタル凹字形橋臺トセリ

西橋臺ハ二百二十呎桁ヲ支持スルモノニシテ地質ハ東橋臺ニ比スレハ不良ナリシモ荷重モ少ク新堤防ニ包マレテ洗掘セラレ、ノ虞レナキニ因リ杭打混泥土ノ基礎ヲ用キ東橋臺ト同型ニ築造セリ

本工事ニ於テ使用ノせめんとハ要部ニアリテハ獨逸あるせんせめんと普通ノ部分ニアリテハ三河せめんと及愛知せめんとナリトス各せめんとノ試験成績ハあるせんせめんとハ應張力稍少ナキモ不同少ク日本せめんとハ應張力優レルモ不同多カリキ煉化石ハ主ニ三河刈谷産ヲ用キ間々近江深川産ヲ混用セリ石材ハ伊勢千種及加太産並ニ近江三雲産ヲ用キ砂及砂利ハ揖斐川ヨリ採集セリ運搬ハ建築用材ヲ初メトシ桁材ニ至ル迄殆ント全部水運ニ依レリ

二百呎橋桁ハ當時政府ノ標準型ヲ採用シ百二十呎橋桁ハ關西鐵道會社白石博士及著者ノ設計セシモノニシテ英國ペいてんとしやふと・ゑんど・あくするつりー會社ノ製作ニ係レリ

四 建造後ノ狀態

建設當時ノ運輸狀態ハ前ニ述ヘタル如ク頗ル貧弱ナリシヲ以テ設計ニ用キシ荷重ハ第五號圖表ニ示スカ如シ又列車回數モ上下通シテ二十回ヲ出テサリシカ運輸數量漸次増加シ殊ニ明治四十年國有後ハ一層急速ナル進歩ヲ爲シ大正七年ニ於

ケル列車回数ハ上下通シテ四十六回ニ上リ建設以來ノ通過數量ヲ明治三十四年ヨリ大正七年度迄十九年間ノ運輸數量ニヨリ推定スレハ大約四千三百萬噸ニ達スヘシ而シテ此ノ荷重ヲ負擔セシ橋臺橋脚ノ經過如何ヲ左ニ略述セン

東西橋臺トモ杭ノ打留メ良好ナリシモ西橋臺ハ煉化石積竣工數箇月後桁架ニ當リ高低ノ檢測ヲ爲セシニ約一呎沈降シ居ルヲ發見シタリ一時ハ測量ノ錯誤ナリシニアラスヤト疑ヒシモ調査ノ上全ク沈下セシコトヲ知り床石ヲ取り去リ一呎六吋ノ層ヲ加ヘ都合六吋タケ所定ノモノヨリモ高ク修築セリ然ルニ明治四十年國有當時迄ニ二回修理ヲ加ヘ約四・一呎ノ沈下ヲ補ヒ現下又一・一五呎低下シ居ルト云フヲ以テ建設後沈下セシ總量實ニ五・七五呎ニ達スルモ沈下ハ常ニ眞直ニシテ毫モ徧倚ナシト云フ

又東橋臺ハ明治三十七年頃接續地ノ家屋火災ニ罹リ橋臺ノ角石ハ其ノ火熱ノ爲メニ表面ハ燃焼剝落シ又別圖ノ如キ龜裂ヲ生シタリ依テ調査セシニ橋臺ハ後方ニ傾斜シ居ルコトヲ發見セリ即チ構桁上ノ荷重ハ橋臺ノ前端ニ集中スルコト、爲リ過度ノ荷重ヲ負ヒ龜裂セシモノ、如シ是ヲ以テ改築ニ當リテハ假令橋臺傾斜スルモ荷重ハ橋臺ニ平均ニ傳播スル様桁端ノ支點ヲ改造シ又橋座ニハ有合セノ長十八呎、六吋、八吋ノ工鋼六本ヲ用キタリ(別圖參照)

各橋脚ハ建設當時ニ在リテハ所定ノ高度ヲ有チシカ爾後多少沈降セリ其ノ數量及井筒ノ長サノ關係ハ第二表ニ示スカ如ク之ヲ摘記スレハ左ノ如シ

即チ沈降ノ最モ多キハ橋脚第九號ノ〇・七二呎ニシテ次ハ第十五號ノ〇・六〇呎及第四號ノ〇・五五呎次ハ第一號及第二號ノ〇・三〇呎最モ少キハ第七號ノ〇・〇八呎及第六號ノ〇・一〇五呎ナリトス

又試驗數量ニ依ル沈下ヲ檢スルニ最大ハ第四號ノ二・七呎ニシテ次ハ第二號ノ一・七呎第一號ノ一・六呎最小ハ第五號ノ〇・五呎ニシテ他ノ井筒ノ沈下ハ一・三呎乃至〇・七呎ノ範圍内ナリトス

尙上記ノ兩場合ニ於ケル沈降ノ度合ハ同一ノ比ヲ保タサルモ大體ニ於テ稍相似ノ傾向アルコトヲ推知シ得ヘク又井筒ノ土中埋沒長大ニシテ且井筒ノ全長大ナルモノ程竣成後ノ沈降大ナルヲ示スモノ、如シ依テ硬盤ニ達セサル井筒ハ或ル深

サ以上ニ地中へ沈降スルモ支持力ヲ増進スルノ效ナキヲ證スルモノ、如シ

又杭ノ有無ハ沈下ニ左シタル影響アルヲ見ス第九號及第十五號ハ試驗荷重ノ時ノ沈降量他ニ比シテ大ナラサルニ竣成後ノ沈降最モ多キハ如何ナル原因アルヤ推知シ難シ然レトモ第九號橋脚ハ一方ニ堤防アリテ土壓不均ノ爲井筒降下ノ際常ニ傾斜スルノ傾向アリタルコトヲ記憶セリ又第十五號ハ西橋臺ノ著シク沈降スルコトニ想到スレハ或ハ他ヨリモ地盤柔軟ナリシニアラスヤトノ疑ヲ生スルモ試驗荷重ニ對スル沈降ノ小ナルハ不可解ナリ第四號井筒ノ沈降カ兩ツノ場合ニ於テ等シク多大ナルハ井筒ノ下部三十呎鐵製ニシテ側面摩擦係數ノ小ナルニ基因スルト見ルヲ得ヘシ

名古屋保線事務所長坂口技師ノ最近ノ報告ニ依レハ各橋脚共大正六年二月檢測後變動ナシト云フ

大正八年末多數橋脚ノ表面ニハ縱橫網狀ニ微細ナル龜裂ノ存スルヲ發見セリ而カモ其ノ龜裂ハ頗ル纖細ニシテ容易ニ見出シ難キ程ナリ而シテ其ノ之ヲ生シタル原因ハ未タ詳ナラス

軟弱ナル地盤中ニ於ケル橋脚ノ振動ヲ測定スル爲メ大森理學博士ハ明治三十四年十一月十二日及大正七年十二月十九日揖斐川橋梁中二三ノ橋脚ニ就キ檢測セラレタリ其ノ結果ハ第三表ニ示スカ如シ

檢測ノ結果ニヨレハ橋脚ノ橫振動(橋脚ノ短キ邊ニ平行ノ動即チ川ノ中心ニ直角ナル方向ノ動ヲ云フ以下同シ)ハ主トシテ橋桁ノ上下振動ニヨリ生起セラレ同一振動期ヲ示スモノト認メラレ又タ橋脚ノ縱振動(川ノ上下流ヘノ方向ノ動以下同シ)ニ於テ約〇・八秒ナル緩振動ハ二百呎橋桁ノ橫動ニ伴フモノナルカ如シ振動特ニ上下動ノ少ナキ橋桁ヲ架ケ更フレハ橋脚自己ノ振動モ著シク減却スヘキハ東海道線木曾川橋梁常磐線利根川橋梁ニ就キテ確メラレタリト云ヘハ橋脚ノ振動ノ多少ヲ比較スルニハ先ツ橋桁ノ種類ヲ考フルノ必要ナルヲ忘ルヘカラス然レトモ同一橋脚ニテ同一ノ桁ニ就キ通過荷重及速度ニ變化アリシトキノ結果ヲ比較スルニ第四號橋脚ハ前回ノ檢測結果ニヨレハ橫振動期ハ平均〇・四一秒ニシテ最大動ハ一・三みりめーとるナレトモ後回ノ結果ニヨレハ橫動ノ主要振動期ハ〇・三六秒乃至〇・三四秒ニシテ最大動〇・七三みりめーとるナリ即チ舊時ニ比シ振動ヲ減少セルノ觀アリ是レ橋脚周圍ノ河底カ前回ハ深カリシ爲メ井筒

ノ河底上ニ露出スルコト十八呎ニ及ヒシカ現時ハ稍埋没シテ露出高九呎半ナリ故ニ橋脚ノ振動ハ橋脚ノ露出部ノ増加ト共ニ自乘的ニ變化スルモノナルヘシト云フ是ヲ以テスルモ井筒ノ周圍ハ成ルヘク洗掘セラレサル様捨石等ニテ防禦シ河底上ニ露出スル部分ヲ少クスルハ緊要事ナリト思惟セラル

地盤ノ硬軟カ橋脚ノ振動ニ及ホス影響ヲ比較センカ爲メ地質軟弱ナリト稱セラル、常磐線利根川橋脚及硬盤上ニ建築セラレタル關西線木津川橋脚ノ振動ヲ併記セリ

附 記

木曾川ハ揖斐川ヲ東ニ距ル一哩ニ在リテ地勢地質トモ大體ニ於テ揖斐川ト相一致ス然レトモ粘土ニ混スル砂量ハ後者ニ比スレハ稍多ク又粒稍粗ナリシ爲メ支持力モ稍大ナルカ如クニ想定セラレ河底ノ深淺ハ改修終了後ナリシ爲メニ略平均セシヲ以テ井筒ノ沈下呎數ハ揖斐川ニ比シ少ナク東西橋臺モ亦準備材料ノ關係等ニヨリ總テ井筒基礎ヲ用キラレタリ同橋工事ハ故菅村工學士ノ擔任セシ所ニシテ構造施工法等ハ揖斐川ト大同小異ナリシモ記録ノ據ルヘキナク僅カニ同橋ニ關係セシ富尾辨次郎氏ヨリ沈下呎數及試驗荷重ニ關スル總括表ヲ得タルニヨリ之ニ建設後ニ於ケル總沈降呎數ヲ記入シ對照ニ便ニセリ

該圖表ヲ檢スレハ試驗荷重ヲ中埋混凝土施行前ト後トニ積載セルモノアリ又或ル荷重ニ對シテハ沈降靜止セサルモノアリテ漸次荷重ヲ減シ靜止セシメタルモノアリ一見地質揖斐川ヨリモ柔軟ナルカ如シト雖モ中埋こんくりト施行後ニ加重セルモノ沈下呎數ヲ歛キ兩者ヲ比較シ得サルハ遺憾ナリトス然レトモ現時ニ於ケル兩橋ノ沈降狀態ヨリ推定スレハ兩者ノ地質ハ略等一ナリト云フヲ可トスルモノ、如シ

尙木曾川橋梁ニテ試ミラレタル特種ノ點ハ沈下ノ深キヲ要セサル井筒或ハ井筒ノ上部ニ對シテ隔壁ヲ省略セシコトナリ然レトモ壓側ノ爲メ側壁ニ龜裂ヲ生シ不結果ヲ示セリ

又現下橋脚ニ龜裂ヲ生セシモノアルコト揖斐川ト同シ

試ニ井筒沈下ノ實績ヨリ井筒側面ニ於ケル摩擦力及底面ニ於テ支持スヘキ壓力ヲ算出セシモノヲ掲ケ其ノ概念ヲ得ルノ便ニ供セントス

井筒周圍長	七三・三呎	軌道長一呎當リ	三〇〇封度
井筒煉化石壁斷面積(隔壁ヲ含ム)	一九三・〇平方呎	同上二百呎桁上ニ於ケル總重量	二八噸
同上底部ニ於ケル斷面積(同上)	二一一・八平方呎	井筒高さ一呎當リ重量(中埋ナキ場合)	一〇噸四
井筒中空面積	一六三・四平方呎	同上ニ對スル水ノ重量	五噸四
井筒底面積	三七五・二平方呎	井筒ニ中埋混凝土ヲ全部施セルモノ、高さ一呎當リ重量	二〇噸六
泥砂一立方呎重量	九二封度	井筒ニ徑五呎ノ中空二箇所ヲ存シ中埋混凝土ヲ施セルモノ、高一呎當リ重量	一八噸二
煉化石工同上	一一一封度	橋脚總體工總重量	二四噸五
混凝土工同上	一四〇封度	活荷重ハ別圖ノ如キモノトシ徑間二百呎橋桁ニ對スル重量	一九三噸八
徑間二百呎橋桁一連重量	一五一噸五		
徑間百二十呎橋桁一連重量	八五一		

本文ニ記述セシ如ク井筒ハ掘越シ數呎ニ及ヒ井筒ノ刃口ノ泥砂ヲ潛水夫ヲシテ悉ク浚ヒ出サシムルモ井筒ハ更ニ沈下セス依テ水替ヘヲナシ井筒内部ノ水面ヲ低下スレハ沈下セシヲ以テ此ノ場合ニハ底面ニ於ケル泥砂ノ支持力ハ零ニシテ水ノ浮力カ働キ居ル故ニ井筒及荷重ノ重量ハ此ノ浮力ト泥砂ノ側面摩擦力ニテ平衡ヲ保チ居ルモノト假定シ高四十呎ノ井筒カ地中(水面ト地面ト同高ト假定ス)ニ三十五呎埋設シ荷重八十噸ヲ加ヘタルトキニ於ケル一平方呎ニ對スル平均側面摩擦力ヲ計算セシニ二百六十封度ヲ得タリ又らんさん氏ノ土壓公式ヲ用キテ此ノ場合ニ於ケル泥砂ノ息角ヲ計算セシニ十七度及四十七度ノ二値ヲ得タリ併シテ實際ノ息角ハ掘越シヲナシ得ルニ徴シテモ大ナル方ヲ取ルノ合理ナルヲ知ルニヨリ以後ハ大ナル息角ヲ採ルコト、ス更ニ第六號及第八號井筒沈下ノ實績ヲ用キ一平方呎ニ對スル平均側面摩擦力ヲ計算セルニ第五表I欄ニ示ス如ク百九十封度乃至二百三十封度ニシテ一定ノ深サニ達シタル以上ハ地中埋没ノ深サニハ關係セサルモノト假定シ大過ナキカ如シ

又らんさん氏土壓公式ヲ用キ泥砂ノ息角ト煉化石面ト泥砂ノ摩擦角ヲ等シト假定シ息角ヲ算出セシモノハ第五表II欄ニ

示ス如ク五十五度乃至七十八度ニシテ深サノ増スニ從ヒ息角ヲ増スヲ見ル

次ニ計算ノ例ヲ示サンニ第六號井筒第三層ノ場合らんさん氏ノ公式ヲ用ユン

井筒高サ	30 呎 (一層ハ 10 呎宛)	積載荷重	21.6 噸
井筒重量	$10.4 \times 30 = 312$	浮 力	$5.4 \times 28.8 = 155.5$ (井筒天端ハ水面上 1.2 呎ト假定ス)
摩 擦 力	$S = \frac{1}{2} \times \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \times 92 \times l^2 \times \tan \phi \times 73.3 = 1.5Kl^2$		
上式ニテ	$\phi =$ 泥砂ノ息角及泥砂ト煉化石壁トノ摩擦角		

$l =$ 井筒ノ土中ニ埋設セル深此ノ場合ニハ 28.8 呎ト假定ス

$$K = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \tan \phi \quad \text{ナリ}$$

即チ $21.6 + 312 = 155.5 + S = 155.5 + 1.5 \times 28.8^2 K = 155.5 + 1245K$

$K = 0.143 \quad \therefore \phi = 55^\circ$

又同一ノ場合ニ於テ一平方呎ニ於ケル平均摩擦力ヲ算出スルニ $F =$ 一平方呎ニ於ケル平均摩擦力

$$21.6 + 312 = 155.5 + 73.3 \times 28.8 \times F = 155.5 + 2110 \times F \quad \therefore F = 190 \text{ 封度/平方呎}$$

以上ノ如ク側面摩擦力ハ井筒ノ深サヲ増スモ増加セサルカ縱シ増ストスルモ其ノ率頗ル僅少ナルヲ見ル依テ(I)一平方呎ニ於ケル側面摩擦力ハ深サニヨリ變化ナク二百六十封度ナリト假定セル場合(II)側面摩擦力ヲ息角四十七度ト假定シらんさん氏公式ニヨル場合トニ就キ高サ五十二呎ト八十五呎ノ兩井筒ニ付側面摩擦力ト底面支持力ノ軌道、橋梁、橋脚井筒及活荷重ノ總量ニ對スル百分率及底面一平方呎ニ對スル支持力ヲ計算シ相對照セシ結果ハ第六表ノ如シ尙八十五呎ノ井筒ノ内下部三十呎カ鐵製ナルトキハ摩擦係數煉化石ニ比シ少ナルニヨリ鐵部ニ對シテハ一平方呎ノ平均摩擦力ハ七十封度摩擦角ハ十八度ト假定シタルモノヲ附記セリ 活荷重ト死荷重トノ比ハ第七表ニ示スカ如シ

開橋以來大正八年迄ノ推定通過荷重總噸數ハ四千三百三十九萬二千三百七十五噸ナリ

第一表 揖斐川橋梁井筒沈降工程表 (明治二十七、八年)

論	井筒番號	段層	沈下呎數	地質	施工法	作業日數	使役工數	荷重	摘	要
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	第 六 號	1	9.75	埋砂	がつとめる 浚泥器及手 巻うゐんち ヲ用フ	9	112	不明	煉化石積掘鑿準備 及曲り直シニ要セ シ日數及休工セシ 日數ヲ含マスがつ とめる浚泥器一個 ノ重量ハ約一千封 度ナリ	
		2	8.85	//		13	270	不明		
		3	10.20	//		22	432	21.6		
		4	9.80	がつとめる 浚泥器及手 巻うゐんち ヲ用フ	16	220	68.0			
		5	7.40		12	135	24.3			
		6	14.50		9	105	81.0			
		7	9.30	//	25	504	186.0			
	計	69.80		106	1,838					
	第 七 號	1	5.38	小砂交 り粘土	がつとめる 浚泥器及手 巻うゐんち ヲ用フ	13	146	0	同 上	
		2	6.99	//		14	180	53.0		
		3	2.46	//		9	105	27.0		
		4	9.46	//	//	21	398	86.0		
		5	8.77	//	//	29	442	91.5		
		6	10.75	//	//	22	348	110.0		
		7	6.50	//	//	21	317	91.0		
		8	9.81	粘土	//	19	269	114.0		
	計	60.12		148	2,205					
	第 八 號	1	8.20	作土	空 掘	3	4	不明	同 上	
		2	9.5	小砂交 り粘土	がつとめる 浚泥器及手 巻うゐんち ヲ用フ	15	279	//		
		3	15.21	//		20	308	//		
		4	9.91	//		//	23	419		100.0
		5	11.97	粘土	//	28	535	140.0		
	計	54.85		89	1,602					
	第 九 號	1	6.88	細砂交 り粘土	空 掘	6	100	不明	同 上	
2		15.27	//	がつとめる 浚泥器及手 巻うゐんち ヲ用フ	16	355	//			
3		9.60	//		41	513	//			
4		7.58	//		//	34	504	//		
5		13.88	粘土	//	50	900	//			
計	53.21		147	2,372						
第 十 五 號	1	8.00	小砂交 り粘土	空 掘	4	77	不明	煉化石積掘鑿準備 及曲り直シニ要セ シ日數及休工セシ 日數ヲ含マス又曲 直シノ工數二十六 人ヲ包含ス がつとめる浚泥器 一個ノ重量ハ一 千封度ナリ		
	2	9.03	//	がつとめる 浚泥器及手 巻うゐんち ヲ用フ	15	308	//			
	3	12.66	//		20	256	//			
	4	10.23	//		//	7	154		//	
	5	10.73	粘土	//	41	672	//			
計	50.65		87	1,467						

第二表 關西本線揖斐川橋梁橋臺橋脚一覽表

橋臺又ハ橋脚名	建設當時ノ地盤又ハ河底高	井筒及口		井筒内打ノ有無	井筒ノ長(笠石天端ヨリ迄)	試驗荷重		井筒ノ負擔ナル死活荷重合計噸數	建設後沈降セル數	現在地盤又ハ河底高	現在地ニ在ル井筒長	
		掘付當ノ高	沈下後ノ高			掘斐川以下架橋脚	試設噸數					沈降噸數
第一號橋脚	106.53	104.942	49.254	51.392	無	52.255	1027	1.599	1646.8	0.240	103.63	51.376
第二號橋脚	99.104	105.580	49.880	50.756	//	51.629	1057	1.711	1635.8	0.305	100.64	50.760
第三號橋脚	102.10	106.642	43.921	50.715	有	57.588	1014	0.965	1754.8	0.465	101.43	57.509
第四號橋脚	83.80	81.369	16.492	84.144	無	83.017	1145	2.680	2290.8	0.545	91.03	77.538
第五號橋脚	90.33	106.000	21.700	78.936	//	79.809	1080	0.510	2204.8	0.280	91.63	69.930
第六號橋脚	92.08	106.000	29.380	71.256	//	72.129	1078	0.705	2052.8	0.105	82.83	53.450
第七號橋脚	99.43	105.164	39.631	61.005	有	61.878	1053	1.208	1842.8	0.080	82.62	42.930
第八號橋脚	108.52	106.934	49.058	51.578	無	52.451	1190	0.833	1653.8	0.255	106.63	57.572
第九號橋脚	105.10	102.274	50.029	50.607	有	51.480	1179	1.300	1635.8	0.720	106.33	56.301
第十號橋脚	101.21	101.214	33.459	67.177	//	63.050	1075	0.760	1967.8	0.250	98.53	65.071
第十一號橋脚	99.73	101.464	37.604	63.032	//	63.905	1080	0.860	1884.8	0.190	87.13	49.526
第十二號橋脚	100.65	100.654	39.884	60.752	//	61.625	965	0.635	1833.8	0.195	87.13	47.246
第十三號橋脚	100.67	98.964	41.709	58.927	//	59.800	927	0.750	1799.8	0.225	100.63	53.921
第十四號橋脚	100.98	99.364	49.869	50.767	//	51.640	978	0.950	1632.8	0.290	102.13	52.261
第十五號橋脚	101.54	99.184	51.099	49.537	//	50.410	932	0.880	1330.9	0.600	101.83	50.731
西橋臺							279					5.650

備考
 揖斐川 O.P. (同川桑名量水標ノ公定最低干潮位) = 100.636
 揖斐川 鐵道橋軌條上面 = 124.671
 同上 床石上面所定高 = 120.634
 同上 井筒笠石上面所定高 = 101.509

第三表 揖斐川橋梁橋脚其他振動對照表

橋梁名 及 橋脚番號	跨測 橋脚 前後 徑間 (呎)	橋 桁 型 式	基 礎 構 造	橋 脚 高 度 (呎)	井 筒 之 長 度 (呎)	河 底 之 橋 脚 端 高 度 (呎)	河 底 之 狀 態	年 月 日	檢 測 事 項											
									振 動				橫 動				縱 動			
									上下動	最大平均	最大平均	最大平均	最大平均	最大平均	最大平均	最大平均	最大平均	最大平均	最大平均	最大平均
關西本線 揖斐川橋梁 第四號橋脚	200	複わーれ 人型構桁	鐵筋混土 非中埋土 凝	19.12	85.02	37.12	泥砂	昭和 34,11,12	—	—	小	0.47	0.41	1.30	0.90	0.88	0.82	1.00	0.80	
同第五號橋脚	—	—	煉化石 灰井埋 中 凝土	—	79.81	28.74	—	昭和 34,11,12	—	—	小	—	0.47	0.60	0.60	0.92	0.91	0.80	0.70	
同第十四號橋脚	—	—	—	—	51.61	18.21	—	大正 7,12,29	—	—	—	0.46	0.34	0.87	0.87	0.67	0.21	0.23	0.13	
常盤線利根川 橋梁第七號八 橋脚間橋脚	—	—	—	29.35	64.86	29.35	—	昭和 34,10,21	—	0.41	小	0.39	0.38	1.30	0.90	0.87	0.86	0.80	0.80	
同第一第三 橋脚間橋脚	—	—	—	25.62	95.57	19.07	—	昭和 34,10,21	0.40	0.40	小	—	0.42	0.70	0.60	0.88	0.87	1.20	0.90	
岡毛線利根川 橋第一號橋脚	—	—	—	40.75	38.00	40.75	玉石 及砂利 交り砂	昭和 34,11,25	0.44	0.43	0.20	0.10	0.40	0.24	0.50	0.30	0.84	0.83	0.40	0.40
關西本線 津川橋梁 第一號橋脚	100 200	わーれ 人型構桁 と りこ ん と	基礎混 凝土厚 6.0	60.00	48.50	天 岩	終盤 34,11,7	0.73	0.63	0.20	—	0.30	0.21	0.50	0.30	—	0.14	—	0.14	0.31

頭部
り約十
呎堅二
龜裂了
り

第四表 關西本線木曾川橋梁橋臺橋脚一覽表

橋臺又ハ橋脚名	建設當時ノ地盤又ハ河底高	井筒内ノ杭打ノ有無	井筒ノ長(笠石天端ヨリ迄)尺	試 験			建設後橋臺又ハ橋脚ノ沈降シタメノ沈降シタメノ數	記 時
				荷 重	沈 下 數	荷 重		
				載 重 時 ノ 状 態	沈 下 數	載 重 時 ノ 状 態		
東 橋 臺	120.00	有	26.714	324	不明	中埋こんくりーと施行後	1.410	{ 日々沈下スルヲ以テ荷重ヲ 875.7 噸ニ減シ四日間沈下ナシ
第一號橋脚	103.200	//	50.165	1045.7	//	中埋こんくりーと施行前	0.300	{ 日々沈下スルヲ以テ 960 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 308.6 噸ニ減シ止ル
第二號橋脚	99.800	//	57.904	932.5	6.47	中埋こんくりーと施行後	0.455	{ 日々沈下スルヲ以テ 1043.8 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 913 噸 8 = 減シ止ル
第三號橋脚	98.22	無	56.772	1058.4	不明	中埋こんくりーと施行後	0.570	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第四號橋脚	97.94	//	55.350	1072.6	//	中埋こんくりーと施行前	0.125	{ 日々沈下スルヲ以テ 846 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 751.1 噸ニ減シ止ル
第五號橋脚	97.38	//	55.142	不明	//	中埋こんくりーと施行前	0.205	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第六號橋脚	99.13	//	55.868	//	//	中埋こんくりーと施行前	0.595	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第七號橋脚	99.85	//	61.319	895.0	6.63	中埋こんくりーと施行前	0.700	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第八號橋脚	103.15	//	54.708	840.0	1.46	中埋こんくりーと施行前	0.515	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第九號橋脚	104.52	//	50.285	973.5	4.96	中埋こんくりーと施行前	0.430	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第十號橋脚	105.76	//	47.436	10940.7	2.01	中埋こんくりーと施行後	0.100	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第十一號橋脚	101.87	//	45.302	1018.8	2.26	中埋こんくりーと施行前	0.215	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第十二號橋脚	100.61	//	36.230	1065.0	不明	中埋こんくりーと施行後	0.395	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
第十三號橋脚	108.77	//	35.629	1043.9	//	中埋こんくりーと施行前	0.175	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル
西 橋 臺	119.25	//	26.544	372.7	//	中埋こんくりーと施行前	0.380	{ 日々沈下スルヲ以テ 898 噸ニ減シ荷沈下スルヲ以テ 761.1 噸ニ減シ止ル

第五表 井筒側壁に泥砂との摩擦力及泥土の息角表

井筒番号	層数	沈下吹数		荷重 (噸)	井筒重量 (噸)	浮力 (噸)	全摩擦力 (噸)		平均單位摩擦力及息角	
		各個沈下	累計				I	II	I (F' 噸/平方尺)	II (φ, 度)
第六號	一	9.75	9.75	不明						
	二	8.85	18.60	"						
	三	10.20	28.80	21.6	312	155.5	2110 F	1245 K	190	55.0
	四	9.80	38.60	68.0	416	208.5	2830 F	2230 K	220	60.5
	五	7.40	46.00	24.3						
	六	14.50	60.50	81.0	624	324	4400 F	5400 K	190	73.5
	七	9.30	69.80	186.0	728	528	5065 F	7380 K	230	78.0
第八號	一	8.2	8.20	不明						
	二	9.56	17.76	"						
	三	15.21	32.97	"						
	四	9.91	42.88	100	447	232	3150 F	2760 K	220	63.0
	五	11.97	54.85	140	571	296	4020 F	4520 K	230	68.5

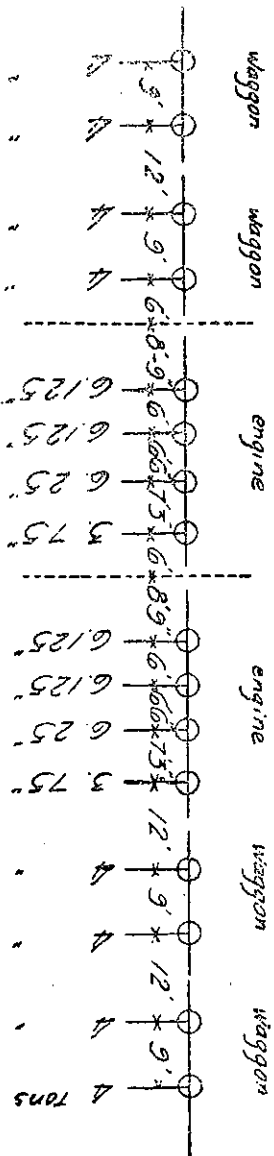
備考

F ハー平均摩擦力, K ハー平均摩擦力, $K \propto \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \tan \phi$

I ハー平均力 = 於ケル側面摩擦力ハ井筒ノ深サニ關係ナク均一ト假定セル場合

II ハー平均力 = 於ケル側面摩擦力ハ井筒ノ深サニ關係ナク均一ト假定セル場合

第五號圖表 設計用活荷重 (片側軌條ニ對スルモノ)



第六表 摩擦力、底部壓力ノ割合及底部壓力強度表

井 筒 番 號 井 筒 ノ 高 (呎)	第 二 號		第 四 號		第 五 號	
	I	II	I	II	I	II
合	52		85		85	
場			A		B	
摩擦力ト總重量トノ比(百分率)	27.0	41.7	16.5	35.8	23.9	56.0
底部壓力ト總重量トノ比(百分率)	73.0	58.5	83.5	64.2	76.1	44.0
底部壓力強度(一平方呎=付噸)	3.19	2.54	5.35	4.10	4.85	2.90

備考 A、井筒底部=鐵井筒高サ 30 呎ノモノヲ使用セリ, B、全部煉化石鐵ノ場合

第七表 活荷重ト死荷重トノ比較表

井 筒 番 號 井 筒 ノ 高 (呎)	第 二 號		第 四 號	
	I	II	I	II
合	52		85	
場				
活 荷 重 (噸)	193.8	151.5	193.8	151.5
機 動 橋 脚 計	28.0	244.5	28.0	244.5
死 荷 重 (噸)	1018.0	1442.0	1773.0	2197.0
活 荷 重 ト 死 荷 重 ト ノ 比 (百 分 率)	13.4		8.8	

明治二十七年、八年ニ於ケル建設費及材料及工賃單價を摘記スレハ左ノ如シ

四日市名古屋間建築費

延 長	工 費 總 額	一 哩 費
二三哩九鐵	二六五六・四三八・二四六	一一四・九九七・三三〇

揖斐川架橋費

延長	工費	材料費	雜費	計	一呎當
三、三三〇尺	七、九六五・五八	四、〇八三・八〇	二、七五二・五	一五、八〇一・三六	一七、〇・三六

木曾川架橋費

延長	工費	材料費	雜費	計	一呎當
二、八四〇尺	六、四七三・〇〇	四、〇三三・二六	一、〇七三・三三	一一、五七九・五六	一三、五・五

材料單價

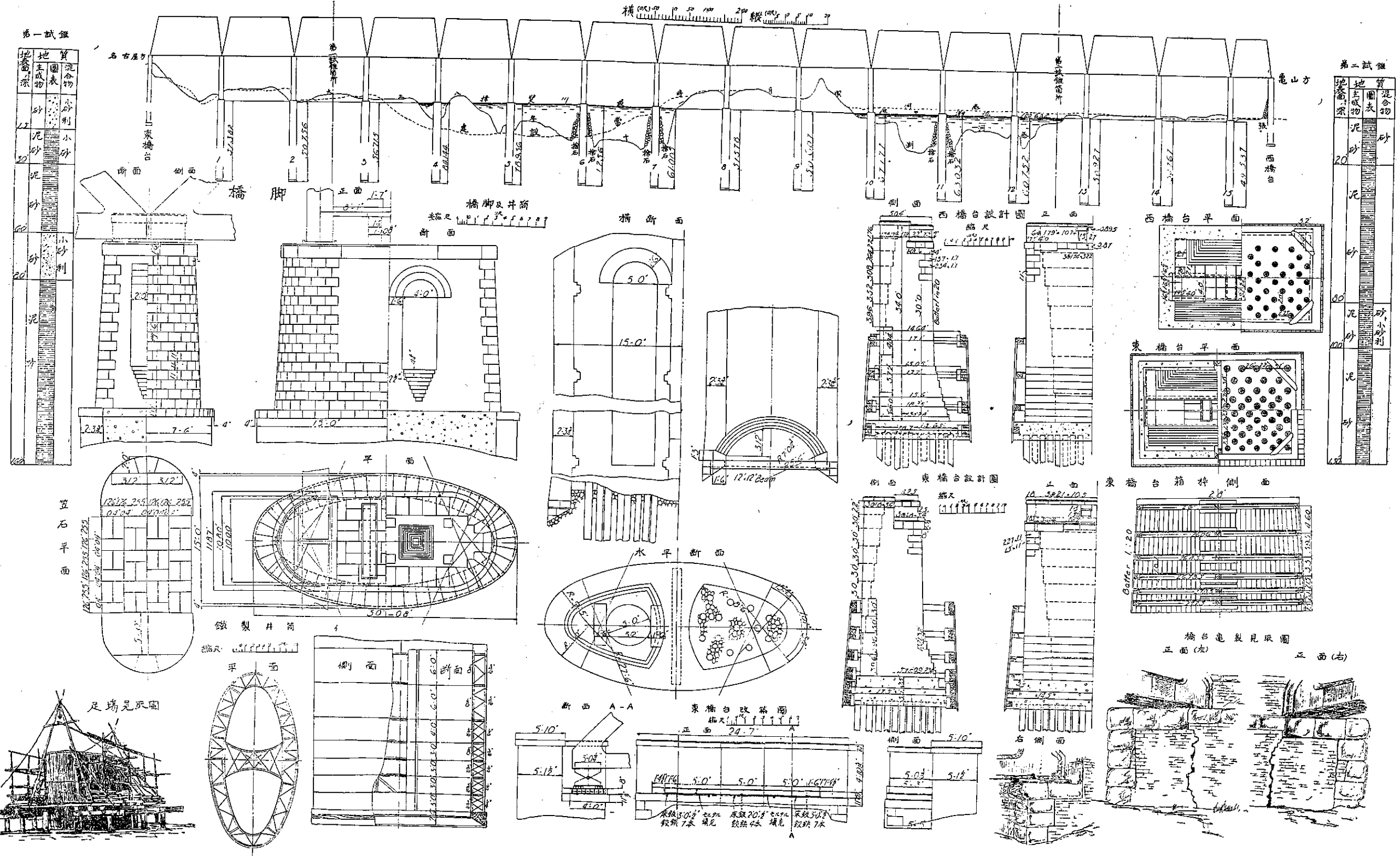
品名	形狀	單位	單價	摘要
あるせんせめんと	厚二寸	一樞	四・一五〇	三百九十封度入
三河せめんと	厚三寸	一千枚	七・二〇〇	
並煉化石	厚三寸	一千枚	一〇・〇〇〇	
異形煉化石	五切以下粗石	一切	〇・一八五	
御影石	形石	一切	〇・二二〇	
同		組(七箇)	二〇〇・〇〇〇	
沓用木塊		組	三〇〇・〇〇〇	
沓鏡		組	三〇〇・〇〇〇	
石材御影石	床石(百五切)	一切	〇・六〇〇	

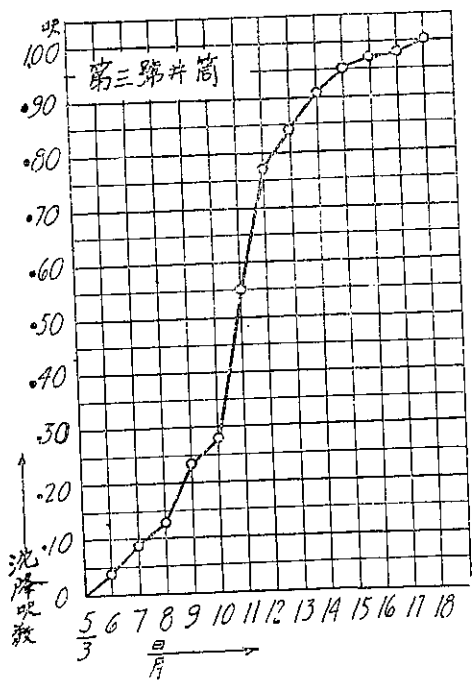
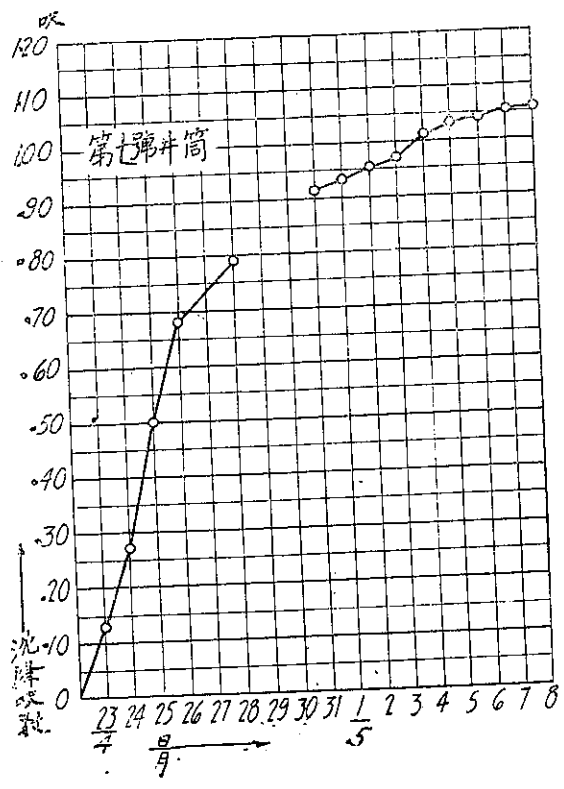
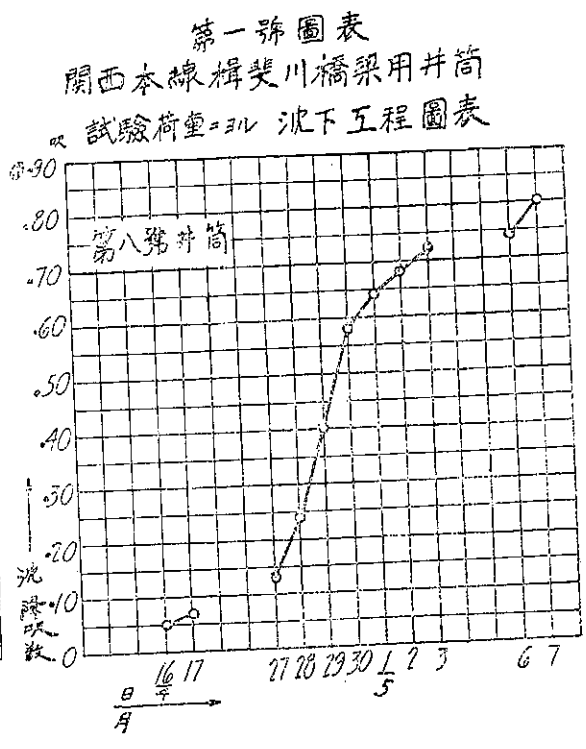
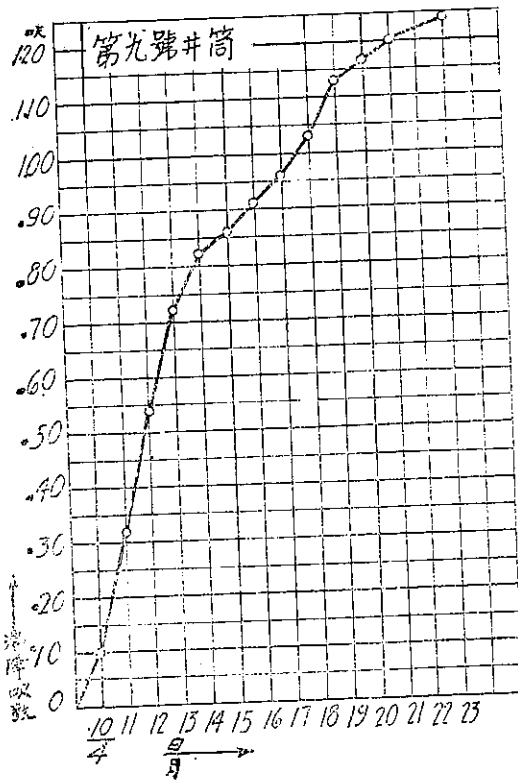
工費單價

工種	種類	單位	單價	摘要
井筒沈下	二十呎迄	一呎	一七・六六〇	
同	二十呎乃至四十呎	一呎	二五・一六〇	
同	四十呎乃至六十呎	一呎	四七・六六〇	
煉化石積		一千枚	一・四五〇	手元手傳足揚砂共

論説報告

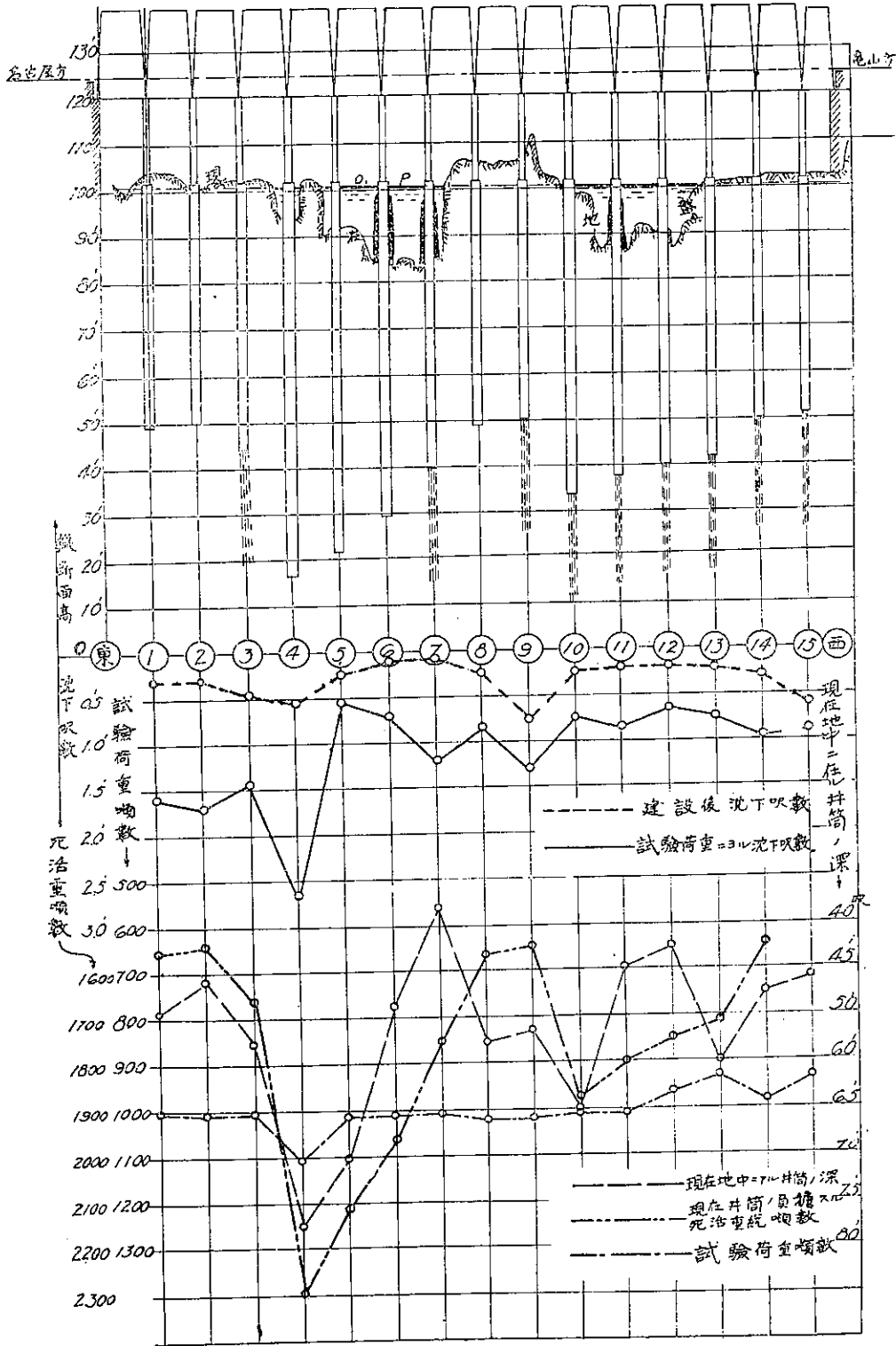
軟弱ナル地盤ニ建設セラレタル橋脚橋臺ノ構造ト竣成後二十五年間ノ經過ニ就キテ



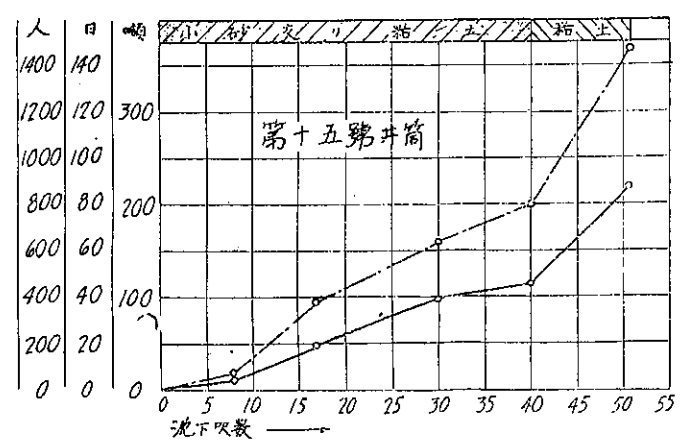
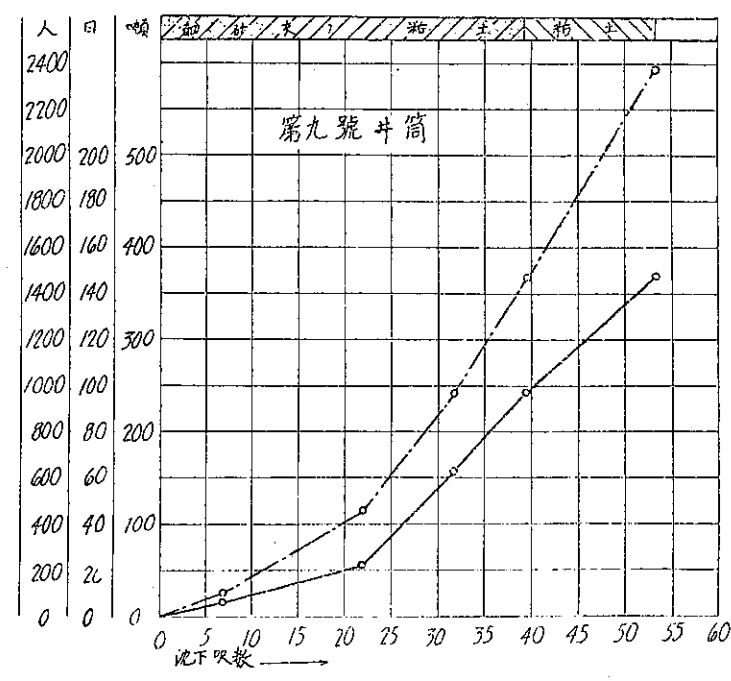
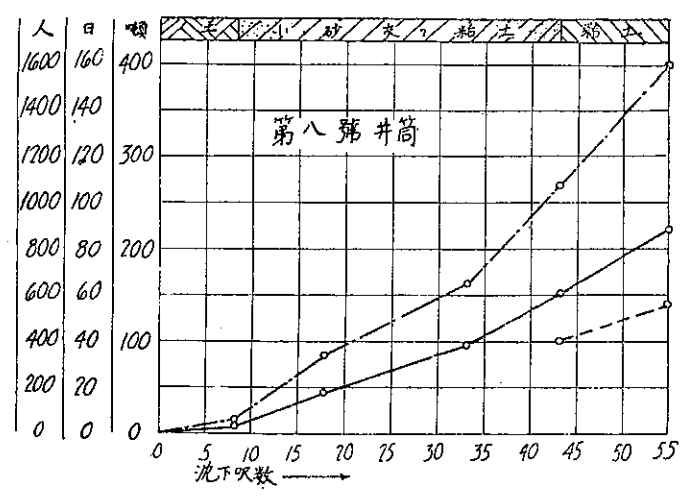
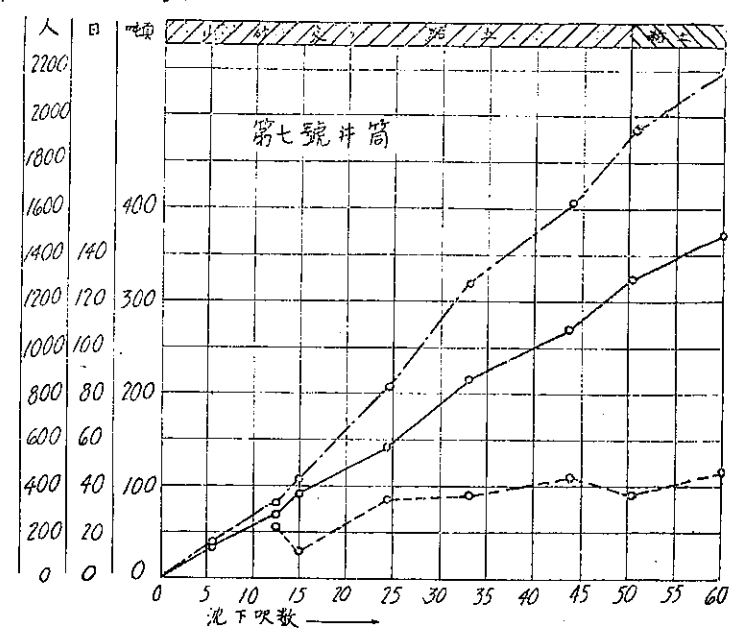
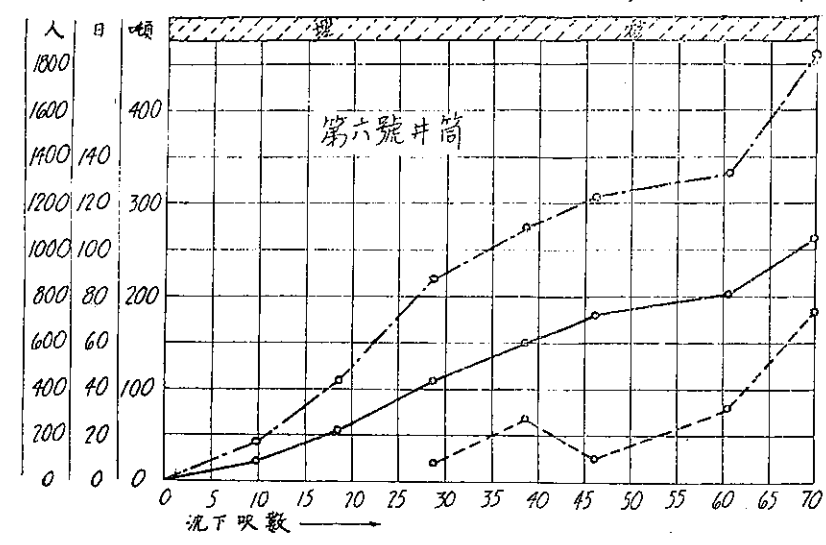


關西本線榑斐川橋梁用井筒 試驗荷重=30k 沈下工程圖表

第二號圖表
關西本線揖斐川橋梁一覽圖



第三號圖表
關西水線揖斐川橋梁用井筒沈下工程表



備考
 —— 使役工數(人)
 —— 作業日數(日)
 - - - 荷重噸數(噸)

圖表中試驗荷重，
 記入“+”記號，
 數值不明者，
 數值不明者，

土木學會誌第七卷第一號附圖

第四號圖表
關西本線木曾川橋梁一覽圖

