

論說報告

土木學會誌 第七卷第一號 大正十年二月

小野川水門跳開橋設計報告

准員 工學士 宮 本 武 之 輔

小野川水門ハ内務省利根川第二期改修工事ノ特種工事トシテ目下施工中ニ屬スル混凝土逆水門ニシテ其構造ハ何等特異ノ點ヲ有セサルノミナラス其寸法モ亦比較的小ナルカ故ニ敢テ之カ設計ニ關スル報告ヲ公ニス可キ價值ヲ認メスト雖モ水門上ニ架設ス可キ橋梁ニ輕便ナル單葉式跳開橋ノ型式ヲ採用セルヲ以テ唯一ノ特色トス

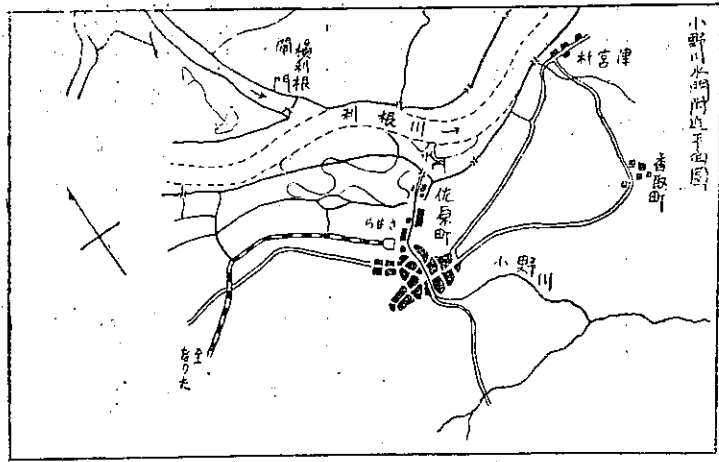
著者ハ利根川第二期改修事務所在勤中大正八年八月本水門工事ノ設計ヲ完成シタル關係上茲ニ其橋梁工事設計ノ概略ヲ報告スルコト、シタリ固ヨリ著者ノ關係セル部分ハ橋梁主要部ノ計算及ヒ計畫ニ屬シ之カ實地施工ニ際シテハ猶幾多ノ細部設計ヲ必要トス可キモ當時恰モ著者カ轉勤ノ切迫セル事情ニ際會シタルカ故ニ此等ハ舉ケテ施工擔任者ノ校査ト選擇ニ囑スルノ已ムナキニ至レリ

本篇ハ橋梁工事ノ説明ヲ以テ其主眼トスルモ順序トシテ水門要部ノ略述ニ稿ヲ始ム

第一章 小野川水門設計說明書(要項)

一 現況及ヒ設置理由 本水門ハ小野川ト利根川トノ合流點千葉縣香取郡佐原町地先利根川第一期改修斷面第四十二號ノ上約四十四間三分ニ築造スルモノニシテ其ノ位置ハ後述地質試驗ノ結果ヨリ之ヲ選定セリ

小野川ハ流域二平方里〇八八ニシテ其ノ五〇%強ハ丘陵地ト見ルコトヲ得ヘク佐原町ヲ貫流シテ利根川ニ注キ流域一帯ノ雨水惡水ヲ放流スヘキ唯一ノ水路ナルト共ニ其ノ下流部ハ一種ノ船溜兼貨物積卸ノタメノ繫船場トシテ利用セラル、カ故ニ少クトモ佐原町ニ於テハ一個ノ運河ト目セラル可キモノトス



第 一 圖

今小野川河口及ヒ河口ヨリノ距離約二二五間ナル北賑橋ニ於ケル横断面ヲ取レ
ハ次ノ如シ(利根川改修計畫平均低水位 Y.P. 21.560 尺)

位 置	低水位ニ於ケル川幅	同平均水深	同最大水深	同断面積
河 口	七七・〇尺	一九五尺	二六〇尺	一五〇・二平方尺
北賑橋	五六・〇尺	一七六尺	二・三〇尺	九八・六平方尺

佐原町ハ人口約一萬六千人ヲ有シ成田鐵道線ノ終點ナルト共ニ銚子汽船及ヒ内
國通運兩會社ノ汽船發着ノ中心ニシテ近郊ニ於ケル貨物集散ノ樞軸ニ位ス而シ
テ水陸運輸ノ聯絡ハ一ニ小野川兩岸ノ司ルトコロニカ、ル現況ニ在リ而シテ河
口附近ニ於ケル兩岸標高ハ約 Y.P. 90 尺ニシテ明治四十三年乃至大正七年ノ九
年度間ノ統計ニ依ル佐原附近利根川洪水位ハ明治四十三年八月ニ於ケル Y.P.
21.826 尺ヲ以テ最高トシ改修計畫高水位ハ Y.P. 13.233 尺ナルカ故ニ Y.P. 9.0
尺以上ノ水位ニ對シテハ利根ノ河水小野川ニ逆流シテ佐原町ニ氾濫スルヲ免レ
ス故ニ出水時利根本川ノ高水小野川ニ逆流スルヲ防カムカタメニハ小野川河口
ニ逆水門ヲ設置シテ門扉ヲ備ヘ之ニ依リテ逆水防止ノ効果ヲ全カラシメサル可
ラス是レ本水門築造ノ必要アル所以ナリ

二 雨量流量水位及ヒ流速

佐原機械工場内設置ノ雨量計記録ニ依ルトキハ大正二年度乃至大正七年度ノ六年間ノ佐

原一年最大雨量ハ一、七六三・一耗ニシテ同一日最大雨量ハ一二六・七耗ナリ之ヲ基礎トシ明治二十年乃至大正元年ノ二
十六年間ニ於ケル銚子雨量統計ヲ酌量シテ平地雨量ハ一般ニ海洋ヨリノ距離ノ増加スルト共ニ減少ス可キ通則ニ依リ佐
原地方即チ小野川流域平均雨量ヲ次ノ如ク假定ス

一 年最大雨量

一、九〇〇耗

一日最大雨量

一八〇耗

河川ノ年流出係數ニ關シテハ歐米幾多ノ研究アリト雖モ其ノ値ハ直チニ本邦ニ移シテ流域狹小ナル小野川ノ如キヲ律ス可ラス而モ強ヒテ之ヲ小野川ニ採用セントセハ約〇・五〇ヲ得可シ而モ本邦河川ノ流出係數ハ一般ニ歐米ノソレニ比スレハ遙カニ大ニシテ瀬多川及ヒ石狩川ニ於ケル統計ハソレソレ〇・七五及ヒ〇・九八ナリ小野川ハ流域狹小ナルト湖沿ノ如キ湛水面積ヲ有セサル關係ヨリ其ノ年流出係數ヲ瀬多川ノ場合ヲ標準トシテ〇・八〇ト假定ス可シ而モ單期間ノ洪水時流出係數ニ關シテハ未タ研究セラレタルモノ尠ク遽カニ判定ヲ下シ難キモノアリト雖モ洪水時流出係數モ略平均年流出係數ト大差ナキカ如シトスル見解ニ從ヒ小野川ノ場合ニ於テ一日ヲ單位期間トスル流出係數ニモ猶前記〇・八〇ナル値ヲ採用スルモノトセハ前記ノ雨量ニ對シ

一年最大流出量

一、七五九、一三〇、三六〇立方尺

一月最大流出量

一六六、六五四、四六〇立方尺

此ノ流出量ニ對スル流量次ノ如シ

平均流量	洪水流量
每秒 五六立方尺	每秒二、〇〇〇立方尺

斯ノ如クニシテ平水時ニ於ケル小野川固有ノ流量ハ極メテ少量ナリト雖モ地域利根川ノ潮區ニ屬スルカ故ニ滿潮時ニ於テ利根本川ヨリ流入(逆流)セル水カ干潮時ニ於テ本川ニ流出(順流)スルヲ以テ小野川ノ假想的流量トセサル可ラス大正元年九月河口附近ニ於テ觀測セル結果ニ依レハ此ノ流量ハ每秒六四乃至四八一立方尺ノ間ニ變化シ水面勾配ハ觀測距離三六〇尺ニ對シ一、六〇〇分ノ一乃至一八、〇〇〇分ノ一ニ變化ス但シ完全ナル連續的觀測ヲ行ヒ得タランニハ此ノ最小流量及ヒ最小水面勾配ハ共ニ零ニ歸ス可キコト明カナリ潮區ニ於ケル水面勾配ノ變化ハ極メテ複雑ナル考究ヲ要ス可キ問題ナレト上記ノ實測値ニ大正五年八月出水金江津川尻間平均水面勾配最大七、〇〇〇分ノ一ヲ參酌シテ小野川出

水時最大水面勾配ヲ川口附近ニ於テ二、五〇〇分ノ一ト假定シ洪水時ニ於テモ利那的ニくつたあノ定流公式カ適用シ得可キモノトシ $W = 0.025$ ヲ用ヒテ計算スルトキハ小野川ノ洪水量二、〇〇〇立方尺ニ對シ川口平均流速ハ毎秒二・九尺ニシテ水位ハ Y.P. 7.0 尺トナルカ故ニ之ヲ以テ側壁門扉其ノ他ノ設計標準トシタリ

但シ小野川ハ前述ノ如ク溢水面積ヲ有セサルカ故ニ利根ノ出水 Y.P. 9.0 尺以上ニ達シ水門閉鎖中ニアタリテ小野川ノ洪水ニ出會スルコトアラハ河水水門内ニ漲溢スルヲ免レスト雖モ同時降雨ニ對シテハ小野川ノ最高水位ハ利根本川ノ最高水位ニ先タチテ來ル可ク前記大正二年乃至大正七年ノ六年度間ノ統計ニ依ル時ハ利根ノ最高水位ハ佐原地方最大雨量ト同時ニ起ルコトナキカ故ニ水門閉鎖中ニ於ケル小野川漲溢ノ憂ハ萬無カル可キナリ

三 閘高 縦斷測量ノ結果ニ依レハ小野川口河底ノ標高ハ約 Y.P. 0 ニシテソレヨリ本川ノ低水路ニ向ツテ漸次低下シ水門設置箇所附近ニ於テハ Y.P. 1.25 尺ニ達ス上記明治四十三年乃至大正七年ノ九年度間ニ於ケル統計ニ依レハ佐原ノ最低水位ハ明治四十四年五月ノ Y.P. 1.05 尺ニシテ水門ノ閘ノ高ヲ Y.P. 1.25 尺トスルトキハ水門ノ水深ハ二・五五尺ニ達ス可キカ故ニ利根川航行ノ船舶中吃水四尺ニ達スルカ如キ特異ノ例外ヲ除キ普通二尺四、五寸ノ吃水ニ對シテハ濁水時ト雖モ水門通航上毫モ差閘ナカル可シ

四 水門幅 佐原町役場ヨリ提出セル調査ニ依ルトキハ町民ノ所有スル船舶ノ形狀寸法ハ大略次ノ如シ(總數七一五隻ノ統計ノ結果ニ據ル)

傳馬船	長 四—五間	高瀬船	長 五—八間
小房丁	長 三—四間	農舟	長 三間以下

大正元年九月土浦岡本商店ノ調査ニ依レハ利根川及ヒ霞ヶ浦航行和船ノ中最大ナルモノハ

長 九・〇間	幅 一八・二尺	吃水 四・〇尺
--------	---------	---------

ナリトス而シテ佐原ニ寄港スル船舶ノ全部カ現ニ小野川ヲ遡江スルニアラス大型高瀬船及ヒ汽船ノ如キハ何レモ川口ニ

繫泊シテ貨客ノ積卸ヲナスカ故ニ水門通航船舶ノ最大寸法ハ稀有ノ例外トシテ長九間幅三間ヲ取ル可ク普通ニハ長八間幅二間半ト見テ大差ナカル可シ依リテ水門ノ幅員ヲ二〇尺ト定ム

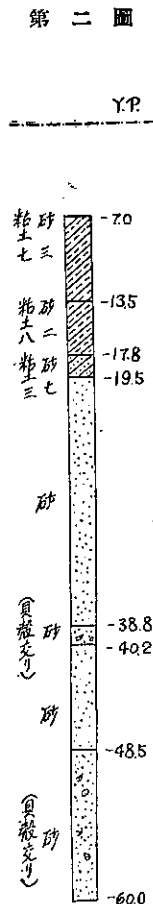
然ルトキハ平均低水位ニ於ケル水門通水面積ハ一〇・二平方尺ニシテ川口ノ現在斷面積ニ比シテ約三分ノ二ニアタル可シ而シテ斯ノ如ク斷面縮少ノ結果ハ水門上ノ水位ヲ高メ上流ニ向ツテ背水曲線ヲ現出スルト共ニ水門流速ヲ増大ス可ク曩キニ掲出セル川口最大平均流速毎秒三・九尺ニ對シ水門流速毎秒八・〇尺ニ達スルカ故ニ小野川洪水時ニ際シテハ殆ント舟行ヲ不可能ナラシム可シト雖モ平時ニアリテハ水門側壁ニ索條ヲ備ヘテ船舶ノ出入ニ便スルヲ以テ充分ナリト信ス

五 水門位置 水門位置ヲ地質關係ヨリ決定センカタメニ大正二年同七年及ヒ八年ニ亘リテ小野川口附近ニ合計四十

六箇所ノ鑽孔ヲ試ミタリ其ノ結果ヲ按スルニ鑽孔箇所ニ依リテ多少ノ相違アリト雖モ 10 尺以下ハ概シテ細砂層ニシテソレヨリ上部ニ至ルニ從ヒ砂交リ粘土若シクハ粘土交リ砂層交錯シ砂層中ニアリテモ下部ハ貝殼ヲ含有シ上部ハ芥及ヒ炭灰等ノ含有ヲ見ルナト明カニ其ノ第四紀ノ洪積世又ハ沖積世ノ生成ニ係ル地質ナルコトヲ立證ス

而シテ 11.40 尺以下ノ砂ハ硅質細砂ナルカ故ニ硬度ヲ増シ基礎トシテ信憑スルニ足ル可シト雖モ其ノ上位ニ位スル砂層粘土交リ砂層及ヒ砂交リ粘土層ノ如キハ近代ニ於ケル利根川ノ沈澱堆積物ニ屬スルカ故ニ基礎トシテハ極メテ不確實ナルヲ免レス殊ニ其ノ粘土ハ硅酸ノ含有少クシテ粘性ニ乏シク且ツ上層ノ砂ハ未タ堅牢ナル成層ヲナサ、ルカ故ニ水ト共ニ移動流落シ鑽孔試驗中鑽錐ノ引上ヲ不可能ナラシメタルモノ二回ニ達ス

斯ノ如キ地層中ニアリテ現小野川河口ヨリ利根本川ノ流心ニ至ルニ從ヒテ砂層ニ富ミ同時ニ河口ヨリ稍左岸ニ偏シテ地質良好ナルコトヲ知り得タルカ故ニ第一圖ニ示スカ如キ位置ニ水門ヲ設置スルコト、シタリ而シテ水門中心線上ノ鑽孔試驗ノ結果ハ第二圖ノ如シ



即チ此ノ部分ハ Y.P. 130 尺以下砂層ヨリ成ルカ故ニ Y.P. 140 尺以下ノ堅砂層ニ信頼シテ水門基礎タラシムルニ足ルヘキナリ

六 基礎底版及ヒ側壁 杭頭ヲ Y.P. 15 尺トシ尖端ヲ 140 尺トスルトキハ地杭ノ長三十五尺ヲ要ス可ク松杭ヲ用

フルモノトセハ繼杭トセサル可ラス而シテ繼杭ハ工法困難ナルノミナラス結果ニ信頼スル能ハサルモノアルカ故ニ長三十五尺短徑一尺八角形ノ鐵筋混凝土杭ヲ使用スルコト、シ水叩部ニ限リ末口六寸長二十四尺及ヒ末口五寸長二十一尺ノ松杭ヲ採用シタリ鐵筋混凝土杭ノ鐵筋ハ主トシテ其ノ運搬中自重ノタメニ生スル彎曲率及ヒ裁力ヲ支ヘシムルモノニシテ主鐵筋トシテハ徑二分ノ一時丸鋼六本ヲ用ヒ之ニ配スルニ徑四分ノ一時鍛接圓形箍三十九個ヲ以テシ箍ノ間隔ハ五寸乃至一尺トス地杭支持力ニ關シテハばつとんノ公式ヲ用ヒ鐵筋混凝土杭一本ノ安全支持力ヲ約一八(英)噸ト算定シタリ底版ハ兩側壁下ニ在リテハ等變荷重ヲ受クル縱桁ト假定シ兩側壁間(水叩)ニ在リテハ角落締切中ノ落差九尺五寸(水位 Y.P. 7 尺)ニ起因スル浮力ヲ支フル橫桁ト假定シテ其ノ應力ヲ計算シタリ而シテ底版ノ厚ハ二尺五寸トス

猶水門設置箇所ハ全然水中ニアタルカ故ニ單ナル締切作業ニ依リテ Y.P. 15 尺(底版下底)迄排水スルコトハ實際上極メテ困難ナルカ故ニ水中杭打施工後締切内全部ニ亘リテ厚三尺八寸(内三尺ハ水中混凝土八寸ハ均シ混凝土)ノ床固混凝土ヲ施シ然ル後ニ始メテ排水ニ着手スルモノトス又上部地層ノ流動移出ヲ防止センカタメニハ基礎ノ全周ニ亘リテ矢板締切工ヲ施スコト、シタリ

側壁ノ高サハ利根川改修ノ堤防高 Y.P. 18.25 尺ニ對シ Y.P. 18.5 尺ト定メ其ノ最モ危險ナル場合即チ利根本川ノ水位

11. P. 13.5 尺小野川ノ水位 11. P. 7 尺ヲ以テ設計ノ標準トシタリ

本水門ノ構造ハ特ニ擊衝ノ憂アル部分ニ花崗石ヲ用フル外全部混凝土ヲ用テ而シテ水門側壁ハ近來鐵筋混凝土構造トスル場合少カラスト雖モ出入船舶ノ擊衝ヨリ受クル被害ヲ輕減スルノ意味ニ於テ本水門ニ於テハ之ヲ普通混凝土トシ上部ニハ笠石ヲ布列シタリ

七 橋梁 現時ニ於テスラ北賑橋以下小野川ニ橋梁ナク不便ヲ感スルコト少カラサルニ堤防及ヒ水門工事完成セハ川口附近ハ甚シク艘賑ヲ加フ可キカ故ニ水門工事ト共ニ架橋工事ノ必要ナルハ多言ヲ要セサル可シ而モ小野川ハ湛水面積ヲ有セサルト出入船舶頻繁ナルトニ依リ水門々扉ハ危險ノ切迫セサル範圍内ニ於テ之カ閉鎖ヲ避ケサル可ラス斯ノ如キ場合ニ於テ貨物滿載ノ船舶カ水門ヲ出入スルニ對シ支障ナカラシメンカタメニ水門上ノ橋梁ハ之ヲ可動橋ナラシメテ門扉ノ閉鎖セラレサル限リ幅三間以內ノ船舶ハ水位ノ如何ニ拘ラス貨物登載ノマ、水門ヲ出入シ得ル設計トシ可動橋ノ型式トシテハ單葉式跳開橋 (Single leaf Bascule bridge) ヲ採用シタリ

而モ前掲ノ統計ニ依レハ洪水時ヲ除ケル利根川ノ水位ハ 11. P. 9 尺ニ達スルコト極メテ稀ニシテ此ノ水位ニ對シテスラ水面ヨリ橋梁下端マテ一〇尺ノ餘裕ヲ存スルカ故ニ橋梁ノ跳開ヲ必要トスル場合比較的少ナル可ク從ツテ橋梁ノ維持ニ要スル支出ノ如キハ極メテ少額ニシテ足ル可キヲ信ス

第二章 橋梁設計

一 構造 橋梁ノ純徑間ハ水門幅ニ等シク二〇尺ニシテ有效徑間ヲ二一尺トス (21.0 尺) 次ニ其ノ一端ヨリ廻轉軸ニ至ル間ノ距離ヲ六尺トシ (6.0 尺) 更ニ廻轉軸ノ後方八尺ノ突桁式對重徑間 (8.0 尺) ヲ附ス主桁ハ二本ノ一五吋四五封度ノ工字鈎ニシテ之ヲ心々九尺ニ置キ橫桁ハ五本ノ九吋二一封度ノ工字鈎ヲ用ヒテ徑間ハ三箇ノ格間ニ分チ、ハ之ヲ一格間トス而シテ各格內對角線形ニ二邊ノ長二吋半及ヒ二吋ニシテ厚八分ノ三吋山形鋼ヲ交叉セシメテ橫構トシ之ニ依リテ風壓ヲ傳達スルト共ニ橋梁ノ剛性ヲ確保セシム

床構ハ重量軽減ノタメ木造トシ幅五寸厚六寸ノ縦桁三本ヲ用ヒ之ニ厚二寸五分ノ松板ヲ橋梁中心線ヨリ兩側ニ向ヒ四五分ノ一勾配ニ張り詰メテ床張トス

二 床 構

(イ) 床張 (松板) 床張用松板ハ單桁トシテ計算ス而シテ裁力ハ極メテ小ナルカ故ニ主トシテ彎曲率ノミヲ考慮ス可シ橋梁ノ荷重ハ原則トシテ一平方

尺一〇〇封度ノ等布荷重ヲ用ヒ特ニ床構ニ對シテハ軸荷重各二噸軸距八尺幅五尺 (總重量四噸) ノ輪荷重ヲ採用シタリ

死 荷 重 $g = 35 \times 0.25 = 8.8 \text{ \#/ft}^2,$ $M_0 = \frac{1}{8} \times 8.8 \times 2.25^2 = 6 \text{ \#}$

活 荷 重 $W = 2,240 \text{ \#},$ $M_0 = \frac{1}{4} \times 2,240 \times 2.25 = 1,260 \text{ \#}$

$\Sigma M_0 = 1,266 \text{ \#},$ 彎曲應力 $f_b = \pm \frac{1,266 \times 6}{0.25^2} = \pm 121,536 \text{ \#/in}^2 = \pm 844 \text{ \#/in}^2$

彎曲強度 $F_b = 11,000 \text{ \#/in}^2,$ 故ニ安全率 $n = 13$

(ロ) 縦 桁 (松角)

死 荷 重 $g = 35 (0.6 \times 0.5 + 0.25 \times 2.25) = 30.2 \text{ \#/ft}^2,$ $M_0 = \frac{1}{8} \times 30.2 \times 7^2 = 185 \text{ \#}$

活 荷 重 $W = 2,240 \text{ \#},$ $M_0 = \frac{1}{4} \times 2,240 \times 7 = 3,920 \text{ \#}$

$\Sigma M_0 = 4,105 \text{ \#},$ $f_b = \pm \frac{4,105 \times 6}{0.5 \times 0.6^2} = \pm 136,883 \text{ \#/in}^2 = \pm 950 \text{ \#/in}^2,$ $n = 12$

(ハ) 横 桁 (9" ㊟ 21" 工字桁)

死 荷 重 $g = 21 \text{ \#/ft}^2,$ $M_0 = \frac{1}{8} \times 21 \times 9^2 = 253 \text{ \#} = 2,551.5 \text{ \#}$

$W_1 = 30.2 \times 7 = 211 \text{ \#},$ $M_0 = \left[\frac{3}{2} \times 4.5 - 2.25 \right] \times 211 \times 12 = 11,394 \text{ \#}$

活荷重ハ橋梁上ヲ四噸ノ車輛力通過スルトキヨリモ每平方尺一〇〇封度ノ等布荷重カ全面ニ亘ルトキニ於テ大ナリ

活 荷 重 $W_2 = 100 \times 2.25 \times 7 = 1,575 \text{ \#},$ $M_0 = 1,575 \times 54 = 85,050 \text{ \#}$

$\Sigma M_0 = 99,000 \text{ \#},$ $f_b = \pm \frac{99,000}{84.9} \times \frac{9}{2} = \pm 5,240 \text{ \#/in}^2$

三 横 構

横構ノ風壓ニ對シテ設計ス風壓強度毎平方尺五〇封度トセハ橋梁垂深一尺五寸トシテ

$$w = 50 \times 1.5 = 75 \text{ \#/ft}$$

主桁ノ蒙ル彎曲率及ヒ載力ハ、

$$M_0 = \frac{1}{12} \times 75 \times 7^2 \times 12 = 3,675 \text{ \#ft}, \quad S_{y-y} = \frac{1}{2} \times 75 \times 7 = 2,625 \text{ \#}$$

$$W = 25.6 = 525 \text{ \#}$$

此ノWヲ格點荷重トシテ計算スルトキハ横構各部材ノ應力ハ附圖第一ニ示メカ如シ

(イ) 横 桁

$$S_{x-x} = 18.9 \text{ in}^2, \quad A = 6.31 \text{ sq"}$$

$$\text{最大應壓力 } C = -3,937.5 \text{ \#}, \quad f_c = \frac{C}{A} = -620 \text{ \#/sq"}$$

之ト前節(ハ)ノ場合ノ彎曲應力トヲ合成スルトキハ

$$f_c = -5,880 \text{ \#/sq"}, \quad f_t = +4,620 \text{ \#/sq"}$$

(ロ) 斜 材 $\left(\frac{3 \frac{1}{2} \text{''} \times 2 \frac{1}{2} \text{''} \times 3 \frac{1}{2} \text{''}}{8} \right)$ (山形鋼)

$$I_{x-x} = 0.51 \text{ in}^4, \quad y_1 = 0.58 \text{ \#}, \quad y_2 = 1.42 \text{ \#}, \quad A = 1.55 \text{ sq"}$$

$$\text{最大應張力 } T = +4,410 \text{ \#}, \quad f_t = \frac{T}{A} = +2,850 \text{ \#/sq"}$$

$$\text{自重ヨリ生ズル應力 } M_0 = \frac{1}{8} \times 5.3 \times 10.3^2 \times 12 = 930 \text{ \#ft}$$

$$f_b = + \frac{930}{0.51} \times 0.58 \text{ \#} + 1,460 \text{ \#/sq"} = - \frac{930}{0.51} \times 1.42 \text{ \#} - 2,580 \text{ \#/sq"}$$

$$\text{合成應力 } \left. \begin{aligned} f_c &= +3,910 \text{ \#/sq"} \\ &= +2,70 \text{ \#/sq"} \end{aligned} \right\}$$

(ハ) 主 桁 (15'' @ 45# I 鉄骨), $S_{y-y} = 5.4 \text{ in}^3, \quad A = 13.24 \text{ sq"}$

$$\text{最大應壓力 } C = -6,125 \text{ \#}, \quad f_c = -450 \text{ \#/sq"}$$

$$\text{最大應張力 } T = +3,675 \text{ \#}, \quad f_t = +280 \text{ \#/sq"}$$

$$\text{最大彎曲率 } M_0 = 3,675 \text{ \#ft}, \quad f_b = \pm \frac{3,675}{5.4} \text{ \#} = \pm 680 \text{ \#/sq"}$$

$$\text{合成應力 } f_c = -1,140 \text{ \#/sq"}, \quad f_t = +960 \text{ \#/sq"}$$

四 主 桁 主桁ノ蒙ル荷重次ノ如シ

死 荷 重	自 重	45 #
横 桁	$21 \times \frac{9}{2} \times \frac{1}{7} = 13.5 \#$	} $g = 160 \# / ft.$
横 樑	$5.3 \times \frac{11.4}{7} = 8.6 \#$	
縱 桁	$35 \times 0.6 \times 0.5 \times 1.5 = 15.8 \#$	
床 張	$35 \times 5.5 \times 0.25 = 48.1 \#$	
高 欄	20 #	
其 他	9 #	
活 載 荷 重	$p = 100 \times 4.5 = 450 \# / ft.$	

主桁ノ安定ハ次ノ三ツノ場合ニ就テ之ヲ論ズ

(I)ハ橋梁ヲ極度ニ跳開(角度六〇度)セル場合ニシテ主桁ハ死荷重ノタメニ彎曲ト軸應力トヲ蒙リ(II)ハ橋梁ヲ將ニ跳開セントスル刹那ニシテ主桁ハ死荷重ノタメニ突桁トシテノ彎曲ニ作用セラル、コト前ノ場合ト同様オレト軸應力ハ消滅ス而シテ(III)ハ橋梁ヲ完全ニ閉鎖セル場合ニシテ主桁ハ三支點ヲ有スル連桁トシテ死荷重及ヒ活荷重ヲ支ハサル可ラス

(I)ノ場合 荷重ハ死荷重及ヒ風壓トス

(I) 死荷重應力 垂直荷重リノ橋梁主桁ニ對スル垂直分力ト平行分力トヲソレンレ g' 及ヒセトセン

$$g' = g \cos 60^\circ = 160 \times \frac{1}{2} = 80 \# / ft., \quad n = g \sin 60^\circ = 160 \times 0.866 = 139.56 \# / ft.$$

彎 曲 率 $m = \frac{1}{2} g' a^2 = 40 a^2 \# = 480 a^2 / \#$, 裁 力 $S = g' a = 80 a \#$

軸 應 力 $N = T + ax = T + 139.56 a \#$

軸應力 N ハ徑間 $l_1 + l_2 = 25.0$ ノ部分ニ對シテハ應壓カ徑間 $l_1 = 8.0$ ノ部分ニ對シテハ應張カナリ而シテ m, S, N ノ最大値ヲソレンレ m_0, S_0, N_0 トセハ其ノ値ハ附圖第一ニ示ストコロノ如シ

(I) 徑 間 $l_1 + l_2$, $f_b = \frac{N_0}{A} + \frac{m}{S_0 - a} = \frac{3,741.1}{13.24} + \frac{349,920}{60.8} = -280 \pm 5,760$

$\therefore f_c = -0,040 \# / \square$, $f_t = +5,480 \# / \square$, $f_s = \frac{S_0}{A} = \frac{2,160}{13.24} = 160 \# / \square$

(2) 徑間 $l_2, \quad f_0 = +\frac{1,108.5}{13.24} \pm \frac{30,720}{60.8} = +80 \pm 510$

$\therefore f_c = -430 \text{ #/} \square, \quad f_t = +590 \text{ #/} \square, \quad f_s = \frac{640}{13.24} = 50 \text{ #/} \square$

(ロ) 風壓應力 前節(ハ)参照 應力ハ徑間 $l_1 + l_2$ ニ就テノミ之ヲ行フ以下同斷

合成軸應力 $f_c = -280 - 460 = -740 \text{ #/} \square$

同 張力 $f = +280 - 280 = 0$

合成彎曲應力 $f_0 = \pm \sqrt{5,760^2 + 680^2} = \pm 5,800 \text{ #/} \square$

合成應力 $f_c = -740 - 5,800 = -6,540 \text{ #/} \square, \quad f_t = +5,800 \text{ #/} \square$

(II)ノ場合 荷重ハ死荷重及ヒ風壓トス

(イ) 死荷重應力 此ノ場合(II)ノ場合ノ特殊ノ場合ニシテ $g' = g, n = 0$ トナク

$m = \frac{1}{2}, g_0^2 = 960^2 \text{ #}, \quad S = gm = 160g \text{ #}$

前ノ場合ト同シク m_0 及ヒ S_0 ノ値ハ附圖第一ノ如シ

$f_0 = \pm \frac{699,840}{60.8} = \pm 11,510 \text{ #/} \square$

$f_s = \frac{4,320}{13.24} = 323 \text{ #/} \square$

(ロ) 風壓應力 前ノ場合ト同シ

合成軸應力 $f_c = -460 \text{ #/} \square, \quad \text{同 張力 } f = +280 \text{ #/} \square$

合成彎曲應力 $f_0 = \pm \sqrt{11,510^2 + 680^2} = \pm 11,530 \text{ #/} \square$

合成應力 $f_c = -11,530 - 460 = -11,990 \text{ #/} \square, \quad f_t = +11,530 + 280 = +11,810 \text{ #/} \square$

(III)ノ場合 荷重ハ死荷重活荷重及ヒ風壓トス

(イ) 死荷重應力 反偶力率ノ算出ハ前ノ如クニシテ中心ノ定理ヲ用フ

$M_c = +g \frac{l^2}{2} = 5,130 \text{ #}, \quad 61,440 \text{ #}$

$2(l_1 + l_2) M_B + l_2 M_c = \frac{g}{4}(l_1^2 + l_2^2), \quad 54 M_B = 348,360$

$M_B = +6,451 \text{ #} = 77,413 \text{ #}$

之ニ依リテ計算セル反力彎曲力率及ヒ裁力ノ値ハ附圖第二ノ如シ

(ロ) 活荷重應力 活荷重ハ橋梁後部即チ對重徑間 l_2 ノ部分ニハ加ハラサル構造ナルカ故ニ應力ハ專ラ徑間 l_1 及ヒ l_2 ノ部分ノ荷重ニ就キテノミヲ計算ス

動 荷 重 $p=450\#/r.$

(1) 荷重カ徑間 l_1 ノ全長ニ亙リ l_2 ニ存在セサル場合

$$M_B = \frac{450 \times 21^3}{2 \times 27 \times 4} = 19,201\# \quad M_C = 0$$

(2) 荷重カ徑間 l_2 ノ全長ニ亙リ l_1 ニ存在セサル場合

$$M_B = \frac{450 \times 0^3}{2 \times 27 \times 4} = 450\# = 5,400\# \quad M_C = 0$$

(3) 荷重カ徑間 l_1 及ヒ l_2 ノ全長ニ亙ル場合

$$M_B = \frac{450(21^3 + 0^3)}{2 \times 27 \times 4} = 19,714\# \quad M_C = 236,928\#$$

以上ノ場合ニ於ケル反力彎曲率及ヒ裁力ノ値ハ附圖第二ニ示スカ如シ(イ)及ヒ(ロ)ヲ合成スルトキハ最大彎曲率 $M_B = 19,714/401\#$ 最大裁力 $S_{B-0} = 17,452\%$ (俱ニ荷重カ l_1 及ヒ l_2 ノ全長ニ亙ル場合)ヲ得可シ今附圖第一及ヒ第二ヲ比較スルニ最大應力ヲ生スルハ(II)ノ場合ニシテ(III)ノ場合ノ最大彎曲率ノ値ハ(II)ノ場合ノソレノ五〇%ニモ達セス勿論最大裁力ノ値ハ(II)ノ場合カ大ナリト雖モ斷面決定ニ與ルモノハ此ノ場合裁力ニアラスシテ彎曲率ナルカ故ニ茲ニハ(II)ノ場合ヲ以テ設計ノ標準ト定ム而シテ前節ニ於テ算出セル應力ハ鋼材ノ許容強度毎平方吋一六、〇〇〇封度(風壓應力ヲ加算スル時ハ二〇%増)ニ比シテ遙カニ小ナルカ故ニ橋梁主桁トシテ一五吋四五封度I字桁ヲ用ヒテ充分ナルヲ知ル可シ

第三章 開閉裝置

一 廻轉軸 橋梁ノ跳開ハ主桁ノ下部ニ圓弧形ノ邊縁ヲ有スル鐵板ヲ取り付ケ之ニ齒棒(Road)ヲ銜綴シ小齒輪 (Pin-

ion)ヲ廻轉シテ之ヲナサシム橋梁廻轉軸ノ蒙ル應力ハ橋梁ノ重量及ヒ活荷重ヨリ生スル彎曲率及ヒ裁力ニシテ橋梁跳

開ノ場合(前章(I)及ヒ(II)ハ同一ノ値トナルコト明カナリ)ト閉鎖ノ場合トニヨリテ値ヲ異ニス可シト雖モ最大應力ハ依

然トシテ(II)ノ場合ニ起ル可キカ故ニ小齒輪上ニ來ル反力ヲ度外スルトキハ廻轉軸上ノ荷重次ノ如シ

橋 梁 重 量

五、六〇〇封度

第一對重 八、二七〇封度

合 計 一三、七八〇封度

廻轉軸ノ有效徑間一二尺トセハ兩支點ヨリ一尺五寸ノ距離ニ於テ各一三、八七〇封度ニ等シキ二個ノ荷重ヲ受クルコトトナルヲ以テ彎曲率及ヒ裁力次ノ如シ

$$m = 13,870 \times 18 = 249,660 \text{ #}, \quad S = 13,870 \text{ #}$$

今彎曲率ヨリ軸ノ寸法ヲ決定センニ直徑ヲ六吋トセハ

$$f_b = \frac{H}{4} \frac{m}{\pi r^4} \times r = \frac{4m}{\pi r^3} = \frac{4 \times 249,660}{3.1416 \times 3^3} = 11,770 \text{ #/in}^2$$

二 對重 (II)ノ場合ヲ取リテ跳開中心軸ニ於ケル左右力率ヲ檢スレハソレンレ六九九、八四〇及ヒ六一、四四〇吋封度ナルカ故ニ茲ニ六三八、四〇〇吋封度ノ過剩力率ヲ生ス而シテ此ノ過剩力率ヲ消殺シテ橋梁開閉ニ要スル動力ヲ輕減セシメンカタメニハ對重ヲ附スルモノトス對重ハ之ヲ二種ニ分チ一ハ橋梁後部ノ對重徑間ニ附シ一ハ開閉機ニ取リ付クルモノニシテ前者ハ對重徑間ニ鋼函ヲ附シテ混凝土ヲ顛充シ後者ハ混凝土塊トシ索條ニヨリテ開閉機ニ吊下スルコト、シタリスノ如ク對重ヲ二種トシタルハ之ヲ全部橋梁自體ニ附スルトキハ橋梁閉鎖ノ場合之ヲ完全ニ鎮礎スルニ非スンハ動モスレハ橋梁自身ノ安定ヲ害スルノ恐アリ又全部之ヲ開閉機ニ附スルトキハ徒ラニ開閉機ノ應力從ツテ其ノ寸法ヲ増大セシムルノ不利アルノミナラス其ノ何レノ場合ニ於テモ橋梁開閉機室ノ構造ヲ實際上困難ナラシムル重大ナル理由ノ存スルモノアルカ故ナリ

第一種對重重量 八、二七〇封度 同上力率 五二五、六六〇封度

105 故ニ第二種對重ニ依リテ生セサル可ラサル力率ハ

$$W = 638,400 - 525,680 = 112,740 \text{ 斤}$$

而シテ第二種對重ノ挺率ヲ一八吋トセハ其ノ重量ハ

$$W = \frac{112,740}{18} = 6,263.3 \text{ 斤, 容積 } V = \frac{6,263.3}{150} = 42 \text{ 立方尺}$$

依リテ第二種對重トシテ長四尺幅三尺五寸厚三尺ノ混凝土塊ヲ(左右兩桁ニ對シテ各一個)用フルコト、シタリ

三 偏突輪 (Cam) 第二種對重ニ依リテ生スル力率ヲシテ常ニ橋梁廻轉軸ニ於ケル過剩力率ト平衡ヲ保タシメントセ

ハ後者ハ橋梁ノ廻轉角度ト共ニ變化シ六〇度ノ極度迄跳開セルトキハ凡テノ力率半減ス可キカ故ニ第二種對重ノ挺率モ亦此ノ廻轉角度ト共ニ變化セシメ角度六〇度ニ達セル場合ニハ必然的ニ挺率ヲ九吋トセサル可ラス

故ニ第二種對重ハ開閉機軸ニ固定セル偏突輪ニ垂下セシムルコトトシ偏突輪ノ半徑ハ次ノ如キ計算ニ依リテ之ヲ定ム
今橋梁廻轉角ヲ θ トセハ

開閉機軸廻轉角
$$\varphi = \frac{48}{9} \theta = \frac{16}{3} \theta$$

偏突輪半徑
$$r = 18 \cos \theta \text{ (吋)}$$

θ φ r ノ最大(小)値ヲソレソレ θ_0 φ_0 r_0 トセハ

$$\theta_0 = 60^\circ, \quad \varphi_0 = 320^\circ, \quad r_0 = 9''$$

θ	$\cos \theta$	r (吋)	φ	θ	$\cos \theta$	r (吋)	φ
0	1.000	18.0	0	38	0.839	15.1	176
3	0.999	18.0	16	36	809	14.6	192
6	995	17.9	32	39	777	14.0	208
9	988	17.8	48	42	743	13.4	224
12	978	17.6	64	45	707	12.7	240
15	966	17.4	80	48	669	12.0	256

18	951	17.1	96	51	629	11.3	272
21	934	16.8	112	54	588	10.6	288
24	914	16.5	128	57	545	9.8	304
27	891	15.9	144	60	500	9.0	320
30	866	15.6	160				

偏突輪ノ平均半徑ヲ一四吋八一四ト取レハ對重ノ上下ス可キ垂直高ハ

$$h = 2\pi \times 14.814 \times \frac{320}{360} = 82.7'' = 6.93 \text{ (尺)}$$

斯ノ如クニシテ橋梁ノ重量ハ常ニ對重ト其ノ力率ヲ同シクスルカ故ニ其ノ開閉ニ要スル動力ハ單ニ機械裝置ノ各部ニ於ケル摩擦ニ打テ勝ツヲ以テ足レリトシ且ツ小齒輪軸ノ廻轉ハ斜輪聯動裝置 (Bevel Wheel Gearing) ニ依リ挺率ヲ増大セシメテ更ニ動力ヲ減小セシムルヲ以テ橋梁開閉ニハ機械的動力ヲ用ヒス人力ニ依リテ容易ニ之ヲナシムルコトヲ得可キ設計トス

第四章 エ 費

一 橋梁材料 (第三及第四附圖參照)

橋梁材料トシテ使用セル諸材料ヲ種類別ニ分類セハ次ノ如シ

松	板	單位尺 ²	八・〇〇〇
松	角	同	三・〇〇〇
鋼	鈹	單位貫	一、〇八一・五〇〇
I字鋼、溝鋼		同	四七一・九〇〇
山形鋼		同	一四四・三〇〇
丸鋼		同	二六〇・四〇〇

鋼	銕	單位貫	四九・六〇〇
鑄	物	同	二八四・二〇〇
洋	釘	同	五・〇〇〇
ぼ	ゝ	と	九・二〇〇
同	同	同	九・二〇〇

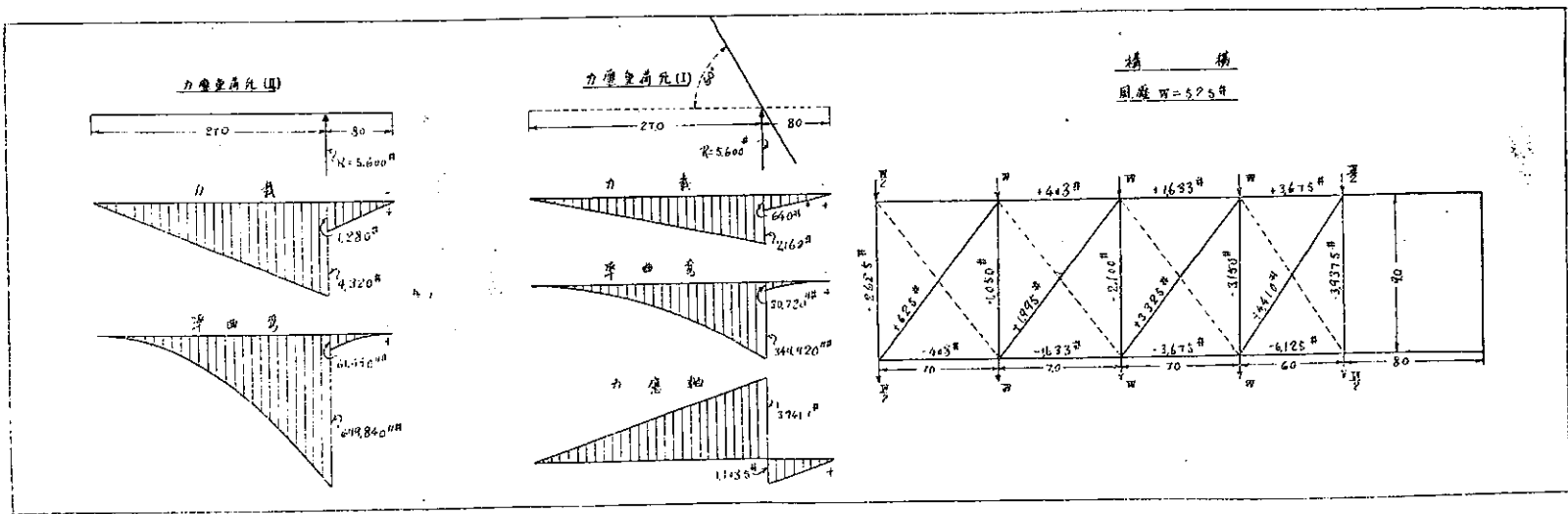
二 工費 前掲ノ如ク小野川水門設計書ハ大正八年八月ノ作製ニ係リ材料費勞力費共當時ノ單價ニ多少ノ余裕ヲ附シテ工費ヲ算出シタレトモ而モ物價騰貴ノ其ノ後ノ趨勢ニ徴シテハ一樽九圓ノせめんとヲ購入スル能ハス單價六十錢ノ人夫ヲ使役スル能ハス設計ノ單價ヲ提ケテ實地施工ニ臨ムコトハ到底不可能ナルヘキカ故ニ茲ニハ設計書ノ細目別ノ工費ヲ記載スルニ止メ内容ノ詳細ニ至リテハ之ヲ細叙セス

小野川水門設計書(要項)

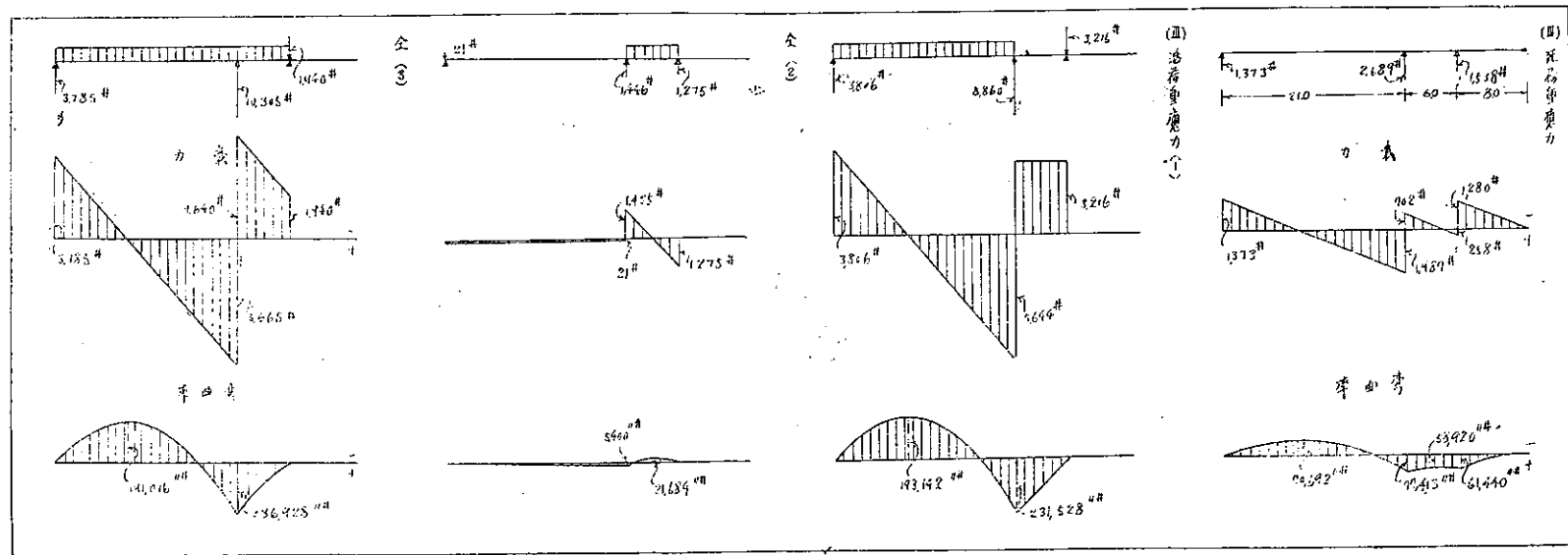
細目	名稱	金額(圓)
水門工事	基礎工事	七〇、四八九・〇八〇
	側壁工事	二六、〇六七・〇四〇
	門扉工事	一一、一〇四・〇〇〇
	護岸及ヒ水叩工事	六、〇〇三・七七〇
	計	一一四、六六三・八九〇
橋梁工事		六、六二九・八二〇
締切工事		一一、八四八・九五〇
雜費		六、八五七・三四〇
合計		一四一、〇〇〇・〇〇〇

(完)

附圖第一



附圖第二



(土木學會雜誌七卷第一號附圖)

