

市街高架線東京萬世橋間建設紀要目次

第一	總 說	1頁
第二	線 路	2
第三	用 地	4
第四	地 質	9
第五	設計及計算概要	12
	1 設計方針の梗概	12
	2 機關車荷重と許容應力	13
	3 拱環形狀の選定と其の算定	14
	4 鐵筋混凝土拱橋設計法の概要と使用符號	18
	5 「フィールド、スバンドレル」拱橋に於て拱環に生し得べき温差の 程度	19
	6 「メラン」式鐵筋混凝土拱橋の設計	22
	7 「モニエー」式鐵筋混凝土拱橋の設計	59
	8 拱環に於ける伸縮接合線の位置	66
	9 拱環の撓度と反り	67
	10 拱架工の設計	69
	11 拱環混凝土施行法	71
	12 連續版桁形橋梁の設計	76
	13 鋼版桁の設計要項	85
	14 鐵筋混凝土杭の採用と其の設計	86
第六	基礎工事	90
	1 杭打工事(杭の支持力試験)	90
	2 杭打施行の要項	109
	3 外濠橋臺地支持力試験	114
	4 杭上基礎工事	117
第七	上部工事	122

1	混凝土工事	122
2	上部工事要項及數量	128
3	鐵桁工事	135
第八	停車場	139
第九	軌道	140
第十	電氣設備	141
第十一	工事示方書拔萃	142
第十二	工事費	151
I	總括	151
II	工事費內譯	153
1	用地費	153
2	橋梁基礎工事費	153
3	同 上部工事費	156
4	土工費	170
5	停車場費	170
6	軌道費	173
7	電氣工事費	174
8	雜工事費	175
9	假設工事費	175
10	障害物移轉費	175
11	主要工種單價表	176
12	工事費總額及百分率	178
第十三	從事員	179

附屬圖面

第一號	市街線平面及縱斷面圖
第二號	同 地質圖
第三號の一	同 橋梁立面圖

二	同 上
三	同 上
第四號	鐵筋混凝土杭圖
第五號	鐵筋混凝土杭製作用型枠圖
第六號	杭打機械(汽鎚)圖
第七號	拱脚基礎安定圖
第八號	參拾貳呎拱計算圖
第九號	拱配筋圖
第十號	同 上
第十一號	拱及拱脚配筋圖
第十二號	三十二呎拱架圖
第十三號	外濠橋拱計算圖(E_{11})
第十四號	同 上(E_{10})
第十五號	同 「メラン」式鐵筋圖
第十六號	同 構造圖
第十七號	同 拱架圖
第十八號	第二本銀町「スラブ」橋圖
第十九號	同 立面配筋圖
第二十號	同 平面及橋脚配筋圖
第二十一號	第一第二銀冶町「スラブ」橋圖
第二十二號	同 橋脚配筋圖
第二十三號	同 一部詳細圖
第二十四號	第三銀冶町「スラブ」橋平面圖
第二十五號	同 東側正面圖
第二十六號	同 大通側正面圖
第二十七號	同 鍋橋側正面圖
第二十八號	同 斷面圖
第二十九號	神田驛平面圖
第三十號	同 乘降場斷面圖
第三十一號	同 乘降場桁及床配筋圖

第三十二號
第三十三號

同 鐵筋混凝土階段圖
萬世橋々梁圖



市街高架線東京萬世橋間建設紀要

第一 總 說

東京市内を貫通すべき市街高架鐵道は去る明治二十二年東京市區改正設計計畫確定の際新橋上野兩停車場を連絡することに定められ後明治三十九年鐵道國有法發布され甲武日本兩鐵道の國有に歸するに當り神田區鍛冶町附近より分岐して舊甲武鐵道終端驛萬世橋停車場に至る線を追加し爾來着々工事を進捗せしめ大正三年東京驛以北錢瓶町まで建設工事を終り同年十二月二十日東京驛以南の開通を見るに至れり

之れより先き明治四十一年錢瓶町以北神田柳原河岸間の實測に着手し四十四年二月大體線路の方向高低幅員等を定め之に關聯せる市區改正設計道路の變更及び改築に就て東京市區改正委員會に協議し四十三年より用地買収に着手し四十五年六月線路大體の計畫を確定せり其設計大要は東京、柳原間即ち上野方面に向ふ線路は電車線路二線汽車線路二線とし東京、萬世橋間も亦電車汽車各二線路としたれども後汽車二線路を廢止す、高架鐵道の様式は各種類を比較研究の末基礎には鐵筋混凝土杭を使用し上部構造は鐵筋混凝土拱橋或は「スラブ」橋となすこととし工事施行順序は先づ東京、鍛冶町、萬世橋間を連絡し電車運轉を開始せば中央及山手線を通して循環運轉をなすを得べく交通上最も便利なれば此區間の工事施行を最も急務と認め工事を二期に分ち以上區間電車二線路分の工事并に之に關聯して同時に施工するを利益と認むる基礎工事及び其他の附屬工事を第一期工事とし用地買収の終了を待つて起工せんとしたるも當時豫算其他の關係上直に着手するを得ず大正四年度に至り着手することに決定するや直に諸般の施工準備をなしつゝありしに同年六月二十日官制の改正あり東京改良事務所は廢止され高架線工事は中部鐵道管理局の管理に移る依て更に諸般の整理準備をなし同年十一月基礎工事に着手せり起工後は恰も歐州大戰に際し諸種の事業勃興し職工人夫の不足物價の昂騰、材料供給の欠乏等の爲め工事進行上大に困難を來たし初期の豫定に幾分の齟齬を生じたるも三年餘の歳月を経て大正八年一月竣工し三月一日交通を開始するに至れり、今や帝都の交通機關は大に不足を訴へつゝあるの際本線路開通に依り山手方面と中央市場方面とを高速電車を以て連絡し又上野方面に向ふ線路も現に測量中にして近く建設工事に着手せられんとする機運に際會せるは帝都の交通上大に慶賀すべき所なりとす

第 二 線 路

線路中心線の位置は道路の幅員形状及び建物等を考慮し東京驛より既成錢瓶町に至る線路中心を延長し外濠に於て一度四十一分四の交角を以て右折し更に神田區柳原河岸に於て十度五十七分四十四秒の交角を以て左折し秋葉原より上野方面に接続せしむるものとし又神田區鍛冶町附近に於て十五度三十九分の交角を以て左方に分岐し小柳町に於て更に三十四度十五分の交角にて左折し萬世橋驛既成線路に接続せしむるものとせり以上の内第一期工事として建設せる區域は麹町區錢瓶町橋終端即ち東京驛より二十九鎖六節に起り萬世橋驛構内に至る延長六十四鎖七十一節なり

線路勾配は大體に於て現在地盤の高さに準據し道路上に架すべき鐵桁最下端をして路面上十四呎以上の頭空を有せしむる如くせり其勾配は新工事起點より 1:140 勾配を以て上り龍閑橋上に於て 1:350 の上り勾配に變し千代田町より神田停車場構内を経て鍛冶町大通り橋まで水平にして夫より 1:300 の勾配を以て下り更に小柳町より 1:300 勾配を以て上り萬世橋驛現在線路に接続す軌條面の高さは新工事起點に於ては靈岸島水位零點上 29.93 呎神田驛附近水平線路に於て 39.21 呎小柳町に於て 36.70 呎萬世橋構内に於て 39.40 呎なり又全線路延長に於て七十鎖は直線六十鎖は曲線にして其最小半徑は十五鎖にて十六鎖十八鎖二十鎖及六十五鎖の五種を用ひ全線路延長を勾配及曲線に依り區別すれば左の如し但し勾配は中心線延長に依り區別し曲線は第一線第二線を各別に計算せり

勾配に依る區別

勾 配	線路延長
水 平	20.75
1:350	11.83
1:300	11.42
1:200	8.18
1:140	12.53
計	64.71

曲線に依る區別

半 徑	第 一 線	第 二 線
直 線	34.52	35.56
65.	1.93	1.92
20.	2.49	5.44
18.	7.07	3.33
16.	6.12	—
15.	12.70	18.78
計	64.83	65.03

線路の平面及び縦断面は第一圖に示すが如し

各線路の間隔は第一第二線間、第三第四線間、第五第六線間は各十三呎にして第二第三線間第四第五線間は各十四呎第一線及第六線の中心より拱橋の端に至る距離は各八呎なりとす故に直線の部に於ては拱橋の全幅員は八十三呎なり

拱橋の兩側には幅員十二呎内外の道路を設け拱下に通するの用に供す

第一期工事として施工すべき線路は東京萬世橋間に電車を運轉すべき二線なれば其幅員は第二第三線路の中央までにして二十八呎、黒門町より分岐せる線路に於ては二十九呎なりと雖とも左の區域は必要或は便宜上第一期工事として施工せり

乃ち基礎工事の内龍閑河岸より黒門町に至る間は杭打基礎にして第二期工事に屬する四線路は本線路に接続するを以て上部築造後に於ては敷地内狹隘にして三線以下の基礎杭を打つに機械の操縦に不便なるのみならず既成建造物に損害を與ふる虞あるを以て此區間の基礎工事は六線路とも全部施行せり

白旗橋南北橋臺は地質良好にして杭打工を要せされとも龍閑川に沿ひ工事中川を横斷して全部メ切を要するを以て舟運の便を圖り同時に全部を施行せり

常盤橋及大手町に於ては杭打工を要せず基礎は混凝土を築造するのみなれば第三第四線路の中央まで施工せり

外濠に架する拱橋は二線分離して築造するは不利益なるを以て基礎及び上部とも六線路全部を築造せり

第一第二鍛冶町即ち神田驛構内及び第三鍛冶町に於て第二第三線は構造上分離し難きに依り第三線路まで全部を築造せり

第三 用地

高架線新線路に要する用地は麴町區錢瓶町以北神田區御原河岸まで及び鍛冶町より分岐して萬世橋に至る第一線乃至第六線の全部を買収せるものにして明治四十三年着手し同四

區	町	地積(坪)	土地價格		
			土地代價	諸手當	計
麴町區	大手町	1042.122	27286.920	182978.405	210265.325
	外濠敷地	116.020	9281.600	—	9281.600
日本橋區	龍岡河岸	273.090	8192.700	—	8192.700
	本石町一丁目	.649	51.920	295.000	346.920
	本銀町一丁目	807.303	62095.341	90636.284	152731.625
神田區	西今川町	155.768	10903.760	14249.770	25153.530
	千代田町	932.819	59842.431	47732.542	107574.973
	新石町	1099.210	76378.942	87336.723	163715.665
	上白壁町	762.934	55180.184	53237.641	108417.825
	鍛冶町	953.842	105943.874	136511.311	242455.185
	堅大工町	13.536	974.592	1792.820	2767.412
	鍋町	241.159	21223.058	19000.921	40228.979
	黒門町	1542.268	111381.168	86572.619	197953.787
	小柳町	1979.764	151257.104	153837.872	305094.976
	東松下町	51.039	3830.408	5379.713	9210.121
	平永町	1055.936	71702.428	90526.277	162228.705
	元柳原町	333.157	21356.174	15251.585	36607.759
	柳町	264.186	21663.252	16078.070	37741.322
	柳原河岸	119.010	8330.700	—	8330.700
舊道路敷	586.085	—	—	—	
合 計		12329.897	826881.556	1001417.553	1828299.109

十五年に大體を終了せり其買収に當り土地所有者と價格の協定上大なる支障なく全體に於て良好の成績を挙げたり

買収せる土地の總面積は一萬二千三百三十坪餘にして内麴町區大手町に屬するものは總で官有地にして龍岡河岸以北は僅少の市有河岸地と民有地及び道路敷なりとす買収せる地積及び價格は次表の如し但し大手町及外濠敷地の土地代價は見積價格なり

壹 坪 當 り		第一第二線路分		第三線第六線路分	
土地代價	諸手當	地 積	土地價格	地 積	土地價格
26.184	175.583	418.305	84399.942	623.817	125865.333
80.000	—	46.570	3725.600	69.450	5556.000
30.000	—	104.450	3133.500	168.640	5059.200
80.000	454.545	—	—	.649	346.920
76.917	112.270	244.922	45823.342	562.381	106908.283
70.000	91.481	64.125	10354.952	91.643	14798.578
64.152	51.170	353.323	40746.074	579.496	66828.899
69.485	79.454	687.918	102304.708	411.292	61410.957
72.326	69.780	442.681	58672.485	320.253	49745.340
111.071	143.117	389.452	98588.070	564.390	143867.115
72.000	132.450	13.536	2767.412	—	—
88.025	78.790	205.315	34249.656	35.844	5979.323
72.219	56.133	380.785	48874.666	1161.483	149079.121
76.402	77.705	1081.644	166517.564	898.120	138577.412
75.049	105.404	—	—	51.039	9210.121
67.904	85.731	—	—	1055.936	162228.705
64.102	45.779	—	—	333.157	36607.759
82.000	60.859	—	—	264.186	37741.322
70.000	—	—	—	119.010	8330.700
—	—	252.770	—	333.315	—
70.410	85.272	4685.796	700157.971	7644.101	1128141.138

前表中最終の四行は全數量を第一期工事即ち東京萬世橋間第一第二線路の分と東京より上野方面に向ふ第二期工事即ち第三線路以下四線路に對する分とに區別したるものなり表中合計に於ける壹坪當りの計算には舊道路敷の坪數を除く

麴町區大手町に於ける高架線路は印刷局構内を通過し同局建物の一部は支障となるに依り明治四十一年五月を以て來る四十二年十二月末日までに支障となるべき部分は他に移轉の上敷地の管理換を受くることを同局に照會せしに同局に於ては當時移轉の豫算なきのみならず爾來引續き豫算不成立の爲め移轉するを得ず年月を經過せしか日本橋、神田兩區内の敷地買収は着々進捗し工事着手の必要に迫られたるを以て種々の方法を攻究し交渉を重ねたるも移轉すべき適當の方法なかりしか一方當院に於ても豫算の關係上豫定の年度に工事に着手するを得ず漸く大正四年度に於て着手することに決定せるも印刷局は依然移轉の遲ひに至らざるを以て數回協議の結果高架線路に該當する敷地は無償にて當院に管理換を受くと同時に建物に對しては其取拂ふべき工場及び之に關聯して作業せる工場の面積に略等しき範圍内に於て印刷局の請求に依り其移轉費を當院にて負擔することに協議決定し大正四年七月印刷局の要求せる計畫圖面に基き詳細の設計をなし同年十月之を印刷局に示し其同意を得たり其主要なるものは新築工場としては煉瓦造二棟及附屬屋にして二階建五百三十坪五合平家建百九坪合計六百三十九坪五合にして工場内に設備するものは乾燥及暖房裝置、昇降機、動力傳達裝置、輕便軌條の新設移轉、電動發電機、電動機電燈及電線等なり之等全工事を建物及機械、電氣の三種に區別し夫々請負に附し建物は清水組の請負にて四年十一月十四日着手五年七月十五日竣工し機械設備工事は櫻田製作所の請負、電氣諸工事は高田商會の請負とし大正五年五月工事に着手し六年二月全部竣工せり

右の外舊工場取毀跡に新築すべき附屬便所、廊下及び用地境界に當る溝渠及煉瓦塀の築造其他之等に關聯せる工事は其位地高架線建造物に接近し且つ高架線工事も同時に施工するの要あるを以て之等の工事は施工中の高架線上部工事に追加し同工事請負人大倉組をして施工せしめたり

本建物建築工事は其竣工を俟て現在印刷局工場を移轉したる上其工場を取崩したる後高架線工事に着手すべきものなれば本工事の遲速は引て高架線工事に及ぼすべきを以て至急竣工せしむるの必要あり工場建物の如き工期ハヶ月として請負はせたるは工事の量に比して少しく短期なるの恐れありしも工期を誤らざる豫定を以て着々進捗せしめたるか着手以來恰も市場に於ける鐵材の不足及び價格の暴騰等は工事に上りて尠からざる影響を與へたれども監督員及請負人の精勵の結果豫定の期日に殆んと竣工せしは良好の成績なりと信す

當時機械及電氣に關する工事は未だ竣工せざりしも工場建物は全部竣工せるを以て大正五年十二月二十五日之を印刷局に引渡し機械及電氣の部分は六年二月竣工し同月七日を以て引續きを了したり

本工事に要せし總費額は拾八萬二千九百七拾八圓餘にして之を前項用地費の表中大手町諸手當の部に計上せり而して其内譯は次表の如し

種 目	摘 要	數 量	平 均 單 價	金 額			
建 物	工場	煉瓦二階建	建坪	427.597	211.180	90299.934	
	荷付場及製品渡場	同 平家建	坪	30.404	111.290	3383.672	
	倉庫	煉瓦二階建	坪	75.333	335.000	25236.555	
	門衛所	同 平家建	坪	3.077	220.000	676.940	
	便所	同 同	坪	25.289	120.580	3049.358	
	同	木造平家建	坪	27.000	90.000	2430.000	
	廊下	木造二階建	坪	27.595	186.830	5155.565	
	同	同 平家建	坪	23.200	64.300	1491.760	
	電氣設備	電動發電機	50. K. W. 配電盤其他附屬品一式	臺	1.	—	9500.410
		電動機	直流電動機10馬力二臺 3馬力一臺 配電盤其他附屬品共一式	個	3.	1393.933	4181.800
電燈		開閉器配電盤電線一式	個	543.	3.644	1978.780	
地中線		開閉器及鐵柱一本附屬	式	1.	—	1666.950	
機械設備	乾燥裝置	工場及倉庫内新設及移轉とも	坪	1.	—	1670.000	
	暖房裝置	同 上	坪	1.	—	8130.000	
	昇降機	木 造	個所	1.	—	1683.000	
	動力傳達裝置	一 式	個	1.	—	4000.000	
雜 工 事	輕便軌道	9呎度軌條轉車臺17個付	延尺	720.	3.600	2592.500	
	水道	位置變更及新設とも	延尺	—	—	1635.950	
	瓦斯	同 上	延尺	—	—	159.420	
	電燈電話	屋外及屋内とも	延尺	—	—	147.333	
	境界煉瓦塀	高十呎出入口二ヶ所付	延尺	537.	10.870	5837.190	
	同 溝渠	石造幅三尺深五尺	延尺	477.	11.980	5714.460	
	雜工事	工場切取跡修理假板塀樹木移植其他一切を含む	延尺	—	—	2356.828	
合 計						182978.405	

印刷局は新築工場の引渡しを受けたる後其工場一部を移轉し高架線敷地に該當する舊工場は六年二月二十六日を以て當院へ引續きを受けたり其建物左の如し

第一號第二號	煉瓦造二階建二棟	建坪	215.07 ^坪	内二階建	203.73 ^坪
第三號	同 平家建	„	64.79		
第四號より第六號	木造平家建三棟	„	70.64		
附屬	木造廊下八ヶ所	„	70.307	内二階建	10.94
合計		„	420.807	„	214.67

以上引繼を受けたる建物は何れも明治初年の建築に係り煉瓦等の品質は良好ならず木材は良質のものあれども又腐朽せる部分も尠からず之を他に移轉し改築するには相當費用を要するのみならず當時當院に於て適當なる使用の途なかりしも民間に於ては事業勃興の際なれば此儘賣却するは却て有利なるべきを以て全部一括して有形の儘賣却し取毀ちの上搬出せしむることとし公告の上大正六年三月二十二日入札せしに入札者は二十名にして最高價格壹萬貳千五百貳拾五圓にて落札し直に取毀に着手同年六月十日を以て全部構外に搬出せり

建物取毀後六年六月十一日高架線用地に相當する地積の立會測量をなし其引繼を受けたる後用地の兩側に延長九十五間の假板塀を設け高架線工事に着手せり其用地の總面積は千〇貳拾四坪一二二なり

第四地質

本線路に該當する地質を調査する爲めに施工前敷地内に於て平均百二十尺の距離を以て六拾八個所に於て試錐をなし尙其内十六個所に就て松杭を打入し其硬軟の程度及び地盤の支持力を試験せり其結果に依り地質の大體を線路縱斷面に沿ふて圖示するときは第二圖の如し即ち本工事起點より外濠を経て西今川町附近に至るまでは零位點前後に於て粘土層あるも其厚さ薄く其以下は砂交り泥土或は同粘土にして其下層に硬き粘土盤あり零位下四十五尺乃至五十尺にして砂利層に達す夫より鍛冶町附近に至るに従ひ上部粘土層は青色の砂交り泥土に變じ幾分柔軟となり鍛冶町大通り附近に於ては殆んど泥土のみにして零位下五十尺乃至六十尺に至らざれば砂層或は砂利層に達せず黒門町より萬世橋に至る間は地質漸次に良好となり零位下五六尺乃至十尺にして粘土層に達し其下層は砂交り泥土或は粘土の堅盤にして零位下四十尺乃至五十尺にして砂或は砂利層に達す

地質は以上の如くなるも基礎杭として必要なる長さ及び支持力を試験せんか爲めに松杭長三間半乃至七間末口六寸乃至八寸以上のものを地質の異なる各所に打込みたり其打込に際し使用せる分銅の重量、最後に於ける落高及び沈降等は次表の如くにして之等の項目に依り「トラウトワイン」公式を用ひ安全率を二とし杭上に支持し得べき安全荷重を計算するときは別表に示すか如く十七八噸乃至四十噸にして平均二十五噸餘なり

上表及び地質圖に就て見るに杭は何れも堅盤に達せざるを以て支持力は専ら杭の周圍表面に於ける土との摩擦力に依るものゝ如し依て杭の地中に入れる部分の表面積を計算し之を安全支持力に對照するに鍛冶町の如き泥土の所に於ては毎平方尺上 500 乃至 600 封度砂交り泥土或は粘土盤に於ては 800 乃至 1500 封度の間にあるか如し

試驗杭成績表

番 號	所 在	杭長 (尺)	元口徑 (尺)	末口徑 (尺)	分銅重 量(封度)	最終落 差(尺)	打込 回数	杭打込 總長	平均一 回沈降	最終沈 降
1	第二本銀町	30.0	.91	.71	1200	17.	207.	17.60	.085	.015
2	千代田町	21.9	.98	.72	1200	22.	153.	20.97	.137	.06
3	同	32.0	.80	.60	1200	19.	204.	31.74	.155	.05
4	新石町	28.5	1.00	.70	1200	22.	125.	17.65	.141	.02
5	第一鍛冶町	41.3	1.08	.70	1485	20.	393.	22.57	.058	.01
6	同	30.4	.91	.71	1200	22.	106.	27.57	.26	.10
7	第二鍛冶町	41.1	1.20	.72	1485	22.	204.	35.99	.176	.095
8	第三鍛冶町	40.7	1.28	.80	1485	21.	251.	34.41	.137	.035
9	同	34.6	.92	.61	1485	22.	197.	35.40	.179	.09
10	黒門町	32.0	.84	.65	1200	22.	170.	34.00	.200	.09
11	同	33.5	.84	.60	1200	17.	98.	22.87	.233	.02
12	同	21.3	.91	.72	1200	22.	83.	20.24	.244	.055
13	第一小柳町	21.5	1.00	.80	1200	20.	95.	20.71	.218	.052
14	同	21.5	.91	.70	1200	22.	86.	20.41	.236	.03
15	第二小柳町	21.3	.95	.75	1200	20.	99.	23.40	.236	.055
16	同	21.9	.92	.73	1200	22.	94.	20.60	.219	.07

杭尖端 の深	安全荷 重(噸)	地 質	地中に入 りたる杭 の平均徑	杭表面積 (平方尺)	安全荷重に 對する每平 方尺上支持 力
— 8.15	30.07	青色粗砂交り泥土	.77	42.59	1582.
—11.59	23.48	青色細砂交り粘土	.85	55.57	906.
—20.02	23.02	青色砂交り粘土	.7	69.83	738.
—12.04	31.18	青色泥土	.8	44.13	1583.
—20.45	41.39	青色砂交り泥土	.81	57.10	1624.
—23.91	17.58	青色泥土	.8	69.20	569.
—32.46	22.36	青色泥土	.93	105.09	477.
—31.18	33.18	青色泥土	1.01	108.39	686.
—33.10	23.01	青色泥土	.77	83.04	621.
—24.81	18.59	青色泥土	.75	74.88	556.
—15.93	28.62	青色粗砂交り粘土	.68	48.94	1310.
—15.28	23.29	褐色砂交り粘土	.81	51.41	1016.
—18.01	23.07	褐色砂交り粘土	.9	58.20	888.
—15.35	28.43	青色砂及小石交り粘土	.8	51.23	1243.
—17.40	22.57	茶色砂及小石交り粘土	.85	56.87	889.
—13.63	21.02	褐色砂交り粘土	.82	53.15	886.

第五 設計及計算概要

(1) 設計方針の梗概

現東京停車場以南の高架鐵道は大體煉瓦拱橋を以て築造せられ道路を横斷する部分に於て鋼版桁を架せり

東京停車場より以北常盤橋までの間も同構造法により既に築造せられたり、同橋より萬世橋停車場に至る間高架線は架道橋を除き大體鐵筋混凝土拱橋を以て築造するの方針に決し之れが設計に着手せるは大正四年一月とす

従來東京停車場以南の高架線拱橋基礎底面は常水面との關係上地盤面より十數尺の位置に定められ松杭を使用せり此の方法による時は根堀に多額の費用を要し杭打に困難を感じ基礎疊積工に多量の材料を要し殊に拱橋なるか爲め著しく大なる實體拱脚を必要とせり東京萬世橋間高架線計畫に當りては此等の困難を出來得る限り軽減するの目的を以て基礎には鐵筋混凝土杭を使用し基礎混凝土底面を地盤面より下方約三呎六吋に置きたり

該區間高架橋を拱形とせるは同構造の經濟的なる事及び従來築造せられたる東京驛以南高架橋との對照上より來りて從て徑間長の如きも(一)經濟的價值、(二)舊高架橋との外觀上の對照並に(三)現場に於ける徑間の割當を考慮し決定せり

地形上(例へば第二本銀町橋より西今川橋町間並に第三鍛冶町橋)或は地質上拱橋を施設すること不利益なる部分に對しては特種の構造を採用せり、第二本銀町橋及西今川町橋間には舊外濠に通する龍閑川を有し此の部分の河底地盤は軌條面以下三十八呎餘の下位に在るを以て其の前後に拱橋を架すること頗る不經濟なるを免れず故に此の部分に對しては連續版桁を架するの設計となせり

神田停車場構内(第一第二鍛冶町橋)は初め拱橋を架するの設計なりしも實施の結果地質頗る軟弱にして更に攻究調査の必要を認め鐵筋混凝土拱橋單版桁及び鋼版桁の三者に就き比較設計を試み鐵筋混凝土單版桁を架すること最も經濟的なりと認め之れを實行せり、第三鍛冶町橋は由來三角形の土地にして拱橋を架することも單版桁を設くることも共に不適當なるのみならず東京市内股賑の地なれば之を利用し將來家屋として使用し得べき特種の構造となすを適當と認め鐵道建造物として我國從來の構造と全く其趣きを異にせる新規の構造法を採用せり

神田停車場設備としては乗降場及び之に通する階段の如き之れ又建設費及び將來の修繕費等を考慮し全部鐵筋混凝土構造となせり

街路上及び龍閑川上に架する鋼版桁は從來の構造に倣ひ其幅員の狭き箇所は一徑間とし廣き所即ち常盤橋通り龍閑橋通り新石町通り鍛冶町大通り鍋町通り及び萬世橋通りは街路上に二列の鐵柱を建設し其上部に版桁を架設す其構造は一線路に對し一組の版桁を架すれども常盤橋本銀橋及小柳橋は二線路分を合して一構造となす何れも床面は橫梁及び經材上

に凹狀鐵板を布設し其表面に防水の爲め且つ鐵板の腐蝕を防ぐ爲め「アスハルト」及び「モルタル」を塗抹し上部に砂利を填充す其厚さは多少差異あれども一呎三吋以上なり、版桁の最下部は道路面上十四呎以上なりとす

上部構造各種の總延長を記せば左の如し

橋 種	橋 數	徑 間 數	總 延 長(呎)
鐵筋混凝土拱	8	64	2350.09
同 (外濠橋)	1	1	126.14
鐵筋混凝土版桁	5	38	754.38
鋼 版 桁	13	25	897.56
合 計	27	128	4128.17

(總延長六十二鎮五十五節にして線路總延長六十四鎮七十一節に比し二鎮十六節の差あるは萬世橋驛構内を算入せざるに依る)

外濠橋は其兩側面拱環及拱腹とも花崗石を以て疊積し石造高欄を附し尙四隅には六角角の石材及混凝土造り高塔を樹立し外觀を裝飾す其塔の頂部の高さは軌條面上三十三呎なり各拱橋及び混凝土版桁の西側表面は煉瓦を疊積し東側は第三線以下の工事を引續き施行し之と連絡すべきに依り混凝土築造の儘とす

橋臺及橋脚も亦鐵筋混凝土にして其各隅石、根石、中段均し石、桁承石、等樞要個處は花崗石を用ひ橋臺前面道路に面する部分は煉瓦を疊積し或は張煉瓦を使用す

(2) 機關車荷重と許容應力度

機關車荷重は電車線路に對し「クーパー」氏 E_{33} 蒸汽列車線路に對し同 E_{40} を採用せり各材料に對する許容應力度は鐵道院の定むる所に依り次の如く採れり

混凝土の許容應力度は配合 1:2:4 の割合に對し次の如く定めたり

應 壓 力	一平方時に付	600. 封度
應 剪 力	”	60. ”
粘 着 應 力	”	80. ”
支 壓 力	”	400. ”

鐵筋は概れ中軟鋼とし許容應力は次の如く定む

應 張 力	一平方時に付	15000. 封度
應 剪 力	”	12000. ”

鐵筋材の彈率は 一平方時に付 30,000,000. 封度
混凝土(配合1:2:4)の彈率は 一平方時に付き 2,000,000. 封度

弾率比(n) (鐵筋と混凝土との弾率比) 15.

混凝土の膨脹係數 華氏一度に付 0.000006

(3) 拱環形狀の撰定と其の算定

拱環の形狀を決定するに種々なる方法あること多言を要せず然れとも其の歸着する處は拱環をして常に彎曲應力を感じるに出來得る限り少なからしむる様拱環の形狀を定むるを理想とす、從て荷重に對する壓力線と拱軸線とが全然一致するが如き拱環の形狀は最も理想に近きものと云ふことを得べし

拱背に土砂の填充なき場合には拱環上の荷重一様なるを以て壓力線は拱頂より起拱點に進むに従ひ次第に其の曲率半徑を増加すべきも拱背に土砂又は砂利の類を以て填充せる拱橋に在りては荷重の分布拱頂部に最小にして起拱點に進むに従ひ増加すべきを以て此の場合の壓力線は其の曲率半徑拱頂部に大にして起拱部に進むに従ひ是れを減少するを常とす、從て此の如き拱環に對しては拱軸線の形狀楕圓形又は之れに近き多心弧形を適當とすべし

本高架線拱の設計に當りては先づ試法により大體拱軸線の形狀を定め自重并に等布動荷重の半量を全徑間に割當たる荷重に對する壓力線を定め更に此曲線に近き拱軸線を假定し再三此の如くにして拱軸線と壓力線とが略ぼ相一致するか如き新拱軸線を求め之れに最も近き五心圓弧三心圓弧若くは圓弧を以て拱軸線と定めたり

拱腹線及拱背線の形狀并に半徑等を定むる爲め既に實行又は刊行せられたる各種の方法に就き攻究を重ねたり、而して拱腹線を楕圓形に近き形狀たらしむる時は拱下の純空間を増加し拱背填充材料を減するの利益あり

拱環の厚さを定むる方法に就きても特に攻究調査を重ね拱環の各部を通じ應力の分布を一様ならしむるに勉めたり

外濠橋の形狀は大體楕圓形を成し拱軸線及拱背線は各中心點を異にせる三心圓弧、拱腹線は七心圓弧とせり其の拱環形狀及半徑等の算定に用ひたる算式は次の如し

符號

L = 純徑間長

f = 拱 矢

h = 拱環頂厚

Δ_0 = 拱軸線上 $A C$ 二點の挟む中心角(拱軸線中心にて)

Δ_1 = 拱軸線に於て拱頂點 C と拱軸線上の一點 B との挟む中心角

Δ_2 = 拱軸線上に於ける二點 $A B$ の挟む中心角

Δ_3 = 拱腹線上 $D E$ 二點の挟む中心角

Δ_4 = 拱腹線上の二點 $E E'$ の挟む中心角

Δ_5 = 拱腹線上の二點 $E' F$ の挟む中心角

Δ_6 = 拱腹線上 $F G$ 二點の挟む中心角

d_1 = B 點に於ける拱環厚の半量

d_2 = 起拱點に於ける拱環厚の半量

d_3 = B 點に於ける拱環厚の半量

R_{m1} = 拱軸線第一半徑

R_{m2} = 拱軸線第二半徑

R_{f1} = 拱腹線第一半徑

R_{f2} = 拱腹線第二半徑

R_{f3} = 拱腹線第三半徑

R_{f4} = 拱腹線第四半徑

R_0 = 拱背線第一半徑

R_1 = 拱背線第二半徑

本計算に於ては $L, f, h, d_1, d_2, R_{m1}, R_2, \Delta_1$ は豫め設定するを要す

$$R_{m2} = -\frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{L}{2} - R_{m1} \sin \Delta_1\right)^2 + (f - R_{m1} + R_{m1} \cos \Delta_1)^2} \operatorname{cosec} \frac{\Delta_2}{2}$$

$$\text{茲に, } \Delta_2 = 2 \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{f - R_{m1} + R_{m1} \cos \Delta_1}{\frac{L}{2} - R_{m1} \sin \Delta_1} \right) - \Delta_1 \right\}$$

$$R_i = \frac{\left[(R_{m1} - d_1) \sin \Delta_1 \right]^2 + \left[R_{m1} - (R_{m1} - d_1) \cos \Delta_1 - \frac{h}{2} \right]^2}{2 \left[R_{m1} - (R_{m1} - d_1) \cos \Delta_1 - \frac{h}{2} \right]}$$

$$R_0 = \frac{\left[(R_{m1} + d_1) \sin \Delta_1 \right]^2 + \left[R_{m1} - (R_{m1} + d_1) \cos \Delta_1 + \frac{h}{2} \right]^2}{2 \left[R_{m1} - (R_{m1} + d_1) \cos \Delta_1 + \frac{h}{2} \right]}$$

$$\Delta_3 = \sin^{-1} \frac{(R_{m1} - d_1) \sin \Delta_1}{R_i}$$

$$x = \sqrt{R_2^2 - \left\{ R_2 \cos \Delta_3 - \left[h_1 - R_{m1} + (R_{m1} - d_1) \cos \Delta_1 \right] \right\}^2} + (R_1 - R_2) \sin \Delta_3$$

$$\Delta_1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{R_2 \cos \Delta_3 - \left[h_1 - R_{m1} + (R_{m1} - d_1) \cos \Delta_1 \right]}{R_2} \right\}$$

$$\Delta_3 = 2 \left\{ \tan^{-1} \frac{h_2 + d_2 \cos(\Delta_1 + \Delta_2) - h_1}{\frac{L}{2} - x - d_2 \sin(\Delta_1 + \Delta_2)} + 90^\circ - (\Delta_1 + \Delta_2) \right\} - 180^\circ$$

$$R_3 = \frac{1}{2} \operatorname{cosec} \frac{\Delta_1}{2} \sqrt{\left[h_2 + d_2 \cos(\Delta_1 + \Delta_2) - h_1 \right]^2 + \left[\frac{L}{2} - \left\{ x + d_2 \sin(\Delta_1 + \Delta_2) \right\} \right]^2}$$

$$\Delta_5 = 90^\circ - (\Delta_3 + \Delta_1 + \Delta_2)$$

$$R_4 = \left[d_2 \sin(\Delta_1 + \Delta_2) \sec(\Delta_3 + \Delta_1 + \Delta_2) \right] \cot \frac{\Delta_6}{2}$$

$$h_3 = d_2 \left\{ \cos(\Delta_1 + \Delta_2) + \sin(\Delta_1 + \Delta_2) \right\} \left\{ \tan(\Delta_3 + \Delta_1 + \Delta_2) + \sec(\Delta_3 + \Delta_1 + \Delta_2) \right\}$$

$$d_3 = R_{m2} - \sqrt{\left[R_{m1} - (R_{m1} - R_{m2}) \cos \Delta_1 - H_1 \right]^2 + \left[x - (R_{m1} - R_{m2}) \sin \Delta_1 \right]^2}$$

$$a_1 = (R_{m1} + d_1) \sin \Delta_1$$

$$b_1 = R_{n1} - (R_{n1} + d_1) \cos \Delta_1$$

$$a_2 = x + 2d_3 \sin \left\{ \tan^{-1} \left[\frac{x - (R_{n1} - R_{n2}) \sin \Delta_1}{R_{n1} - (R_{n1} - R_{n2}) \cos \Delta_1 - h_1} \right] \right\}$$

$$b_2 = h_1 - 2d_3 \cos \left\{ \tan^{-1} \left[\frac{x - (R_{n1} - R_{n2}) \sin \Delta_1}{R_{n1} - (R_{n1} - R_{n2}) \cos \Delta_1 - h_1} \right] \right\}$$

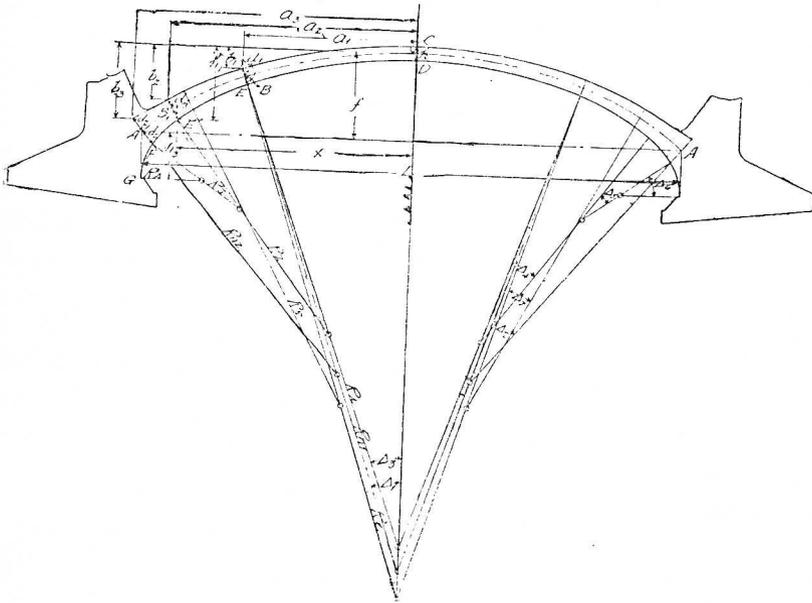
$$a_3 = \frac{L}{2} + d_2 \sin(\Delta_1 + \Delta_2)$$

$$b_3 = h_2 - d_2 \cos(\Delta_1 + \Delta_2)$$

$$R_0 = \frac{\left\{ (a_3 - a_1) - (b_2 - b_1) \cot \left[\tan^{-1} \left(\frac{b_3 - b_2}{a_3 - a_2} \right) \right] \right\} \sin \left[\tan^{-1} \left(\frac{b_3 - b_2}{a_3 - a_2} \right) \right]}{\sin \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{b_3 - b_2}{a_3 - a_2} \right) - \sin^{-1} \frac{(R_{n1} + d_1) \sin \Delta_1}{R_0} \right\}}$$

$$\Delta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{b_3 - b_2}{a_3 - a_2} \right) - \sin^{-1} \frac{(R_{n1} + d_1) \sin \Delta_1}{R_0}$$

第一圖



徑間長の小なる高架拱橋の形状も前述の方法により算定せり、但しかゝる小徑間のものに對しては拱軸線の形状を複雑ならしむるも其の價値極めて少なきを以て三十二呎以下の徑間長を有する拱橋に對しては拱矢を徑間長の五分の一と定め拱軸線を圓弧となし拱腹線の形状は之れを楕圓形とし拱背線も之れに近き形状となせり而して採用動荷重に對し數回試算を遂げたる結果拱腹の厚さは拱起點に於て拱頂厚の二倍、徑間長の六分の一に近き

部分に於て拱頂厚の一、二五倍とし次式により其の形状を定めたり

$$R_n = \frac{L^2 + 4f^2}{8f}$$

$$R_1 = \frac{\left[(R_n - d_1) \sin \Delta_1 \right]^2 + \left[R_n - (R_n - d_1) \cos \Delta_1 - \frac{h}{2} \right]^2}{2 \left[R_n - (R_n - d_1) \cos \Delta_1 - \frac{h}{2} \right]}$$

$$R_0 = \frac{\left[(R_n + d_1) \sin \Delta_1 \right]^2 + \left[R_n - (R_n + d_1) \cos \Delta_1 + \frac{h}{2} \right]^2}{2 \left[R_n - (R_n + d_1) \cos \Delta_1 + \frac{h}{2} \right]}$$

$$R_2 = \frac{\sqrt{\left[(R_n - d_2) \sin \Delta_0 - (R_n - d_1) \sin \Delta_1 \right]^2 + \left[(R_n - d_1) \cos \Delta_1 - (R_n - d_2) \cos \Delta_0 \right]^2}}{2 \sin \frac{\Delta_1}{2}}$$

$$\frac{\Delta_1}{2} = \tan^{-1} \frac{(R_n - d_1) \cos \Delta_1 - (R_n - d_2) \cos \Delta_0}{(R_n - d_2) \sin \Delta_0 - (R_n - d_1) \sin \Delta_1} - \Delta_0$$

$$\Delta_3 = \sin^{-1} \left[\frac{(R_n - d_1) \sin \Delta_1}{R_1} \right]$$

$$R_1 = \frac{d_2 L}{4 R_n \sin^2 \left[45^\circ + \frac{\Delta_3}{2} - 0 \right]} = \frac{d_2 L}{4 R_n \sin^2 \Delta_3}$$

$$\text{茲に } 0 = \tan^{-1} \frac{(R_n - d_1) \cos \Delta_1 - (R_n - d_2) \cos \Delta_0}{(R_n - d_2) \cos \Delta_0 - (R_n - d_1) \cos \Delta_1}$$

外濠拱橋に關し各半徑、角度等を前述諸式により算出せる結果は次の如し

今試算の結果により假定せるものは左の如し

$L = 125' 0''$	$d_1 = 1'.85$
$h = 3' 0''$	$d_2 = 3'.75$
$h_1 = 17'.30$	$R_{n1} = 119'.80$
$h_2 = 20'.00$	$R_2 = 61'.00$
	$\Delta_1 = 19^\circ 00'$

算定せる諸数を掲ぐれば

$\Delta_2 = 21^\circ 39'.59$	$h_3 = 10'.665$
$R_{n2} = 72'.077$	$d_3 = 2'.557$
$R_1 = 112'.1987$	$a_1 = 39'.605$
$R_0 = 128'.0727$	$b_1 = 4'.778$
$\Delta_3 = 20^\circ 00'.87$	$a_2 = 57'.609$
$z = 54'.7907$	$b_2 = 13'.079$
$\Delta_1 = 17^\circ 38'.60$	$a_3 = 64'.943$
$\Delta_2 = 17^\circ 38'.34$	$b_3 = 17'.155$

$$R_2 = 24'.937 \quad R_3 = 80'.389$$

$$\Delta_6 = 34^\circ 42'.19 \quad \Delta_7 = 11'.327$$

$$R_4 = 13'.736$$

徑間長三十二呎を有する拱橋に關する半徑其他計算上の結果は左の如し

$$L = 32' 0'' \quad R_6 = 25'.127$$

$$f = \frac{L}{5} = 6'.40 \quad R_2 = 15'.472$$

$$h = 1' 3'' \quad R_3 = 3'.992$$

$$\Delta_1 = 29^\circ 0' \text{とせば} \quad \Delta_3 = 30^\circ 32' 20.7''$$

$$R_5 = 23'.200 \quad \Delta_4 = 21^\circ 05' 42.0''$$

$$R_1 = 21'.390 \quad \Delta_5 = 38^\circ 21' 57.3''$$

而して

$$\Delta_2 + \Delta_4 + \Delta_6 = 90^\circ 00' 00'' \text{なり}$$

(4) 鐵筋混凝土拱橋設計法の概要と使用符號

拱橋の設計に使用せる計算法は彈性理論 (Elastic theory) に基くものにして初め「シェンヘーフエル」(Schön höfer) 氏の唱導し後「タヌューア」「マウラー」兩氏の與へたる解法なり、此の方法は拱環の厚さ一定ならずして所謂變格性率を有する拱環に對し一般的に應用することを得、其の理論に關しては種々なる方法に於て多くの専門書に明なるを以て今茲には使用符號の説明と共に計算法の大要を略記するに止むべし

符號と記號

- H_0 = 拱頂部に働く水平推力
- V_0 = 拱頂部に働く垂直剪力
- M_0 = 拱頂部に於る彎曲率、但し上縁雜に應壓力を生ぜしむるものを正彎曲率とす
- $M, T, \text{及} S$ = 任意點に於ける彎曲率、推力及び剪力
- R = 任意斷面上に働く合壓力
- l_s = 拱軸線に沿ひ測りたる拱環區分の長さ
- n = 拱環區分數(但し半徑間に對するもの)
- I = 拱環任意斷面の惰性率 = $I(\text{concrete}) + (n-1)I(\text{steel})$
- P = 拱上任意點に働く荷重
- x, y = 拱軸上の任意點の座標(但し拱頂點を原點とす)
- m = 拱環を拱頂部にて二個に切斷せるものと假定し其の一半を其の橋臺にて固定せられたるカンテラバーと考へたる時外力により生ずる彎曲率
- $\Sigma y, \Sigma y^2, \text{及} \Sigma x^2$ = 拱の半徑間に付き合計せるもの
- m_r = 拱の右半徑間上に於ける荷重により生ずる彎曲率
- m_l = 拱の左半徑間上に於ける荷重により生ずる彎曲率

$$\Sigma m = \Sigma m_r + \Sigma m_l$$

拱橋解拆の目的とする處は通常拱環の任意斷面上に働く推力、剪力、及び彎曲率を定むるに在り從て計算の順序として先づ拱頂部斷面上に働く推力、剪力、及び彎曲率を算定し然る後順次其他の斷面に於ける此等三力を算定するを普通とす

拱頂部に働く推力剪力及び彎曲率は次式により算定せり

$$H_0 = \frac{n \Sigma my - \Sigma m \Sigma y}{2[(\Sigma y)^2 - n \Sigma y^2]}$$

$$V_0 = \frac{\Sigma(m_r - m_l) x}{2 \Sigma x^2}$$

$$M_0 = -\frac{\Sigma m + 2 H_0 \Sigma y}{2n}$$

$$M = m + M_0 + H_0 y \pm V_0 x.$$

第四式に於て正號は拱の左半徑間に對し使用し負號は全半徑間に對し使用すべきを示せり

熱 應 力

拱環内に起る熱應力の算定には彈性理論に基き次式を使用せり

$$\left. \begin{array}{l} \text{温差の爲め拱に} \\ \text{生ずる水平推力} \end{array} \right\} = H_0 = \frac{EI}{l_s} \frac{ClLn}{2(n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{温差の爲め拱頂} \\ \text{部に起る彎曲率} \end{array} \right\} = M_0 = \mp \frac{H_0 \Sigma y}{n}$$

茲に

C = 材料の膨脹係數

L = 拱の徑間長

t = 温差

E = 材料の彈率

尚ほ正號は溫度上昇の場合、負號は溫度下降の場合に使用す

推力の爲め拱環短縮し依て生ずる應力

外力に依り拱環内に生ずる推力は之れを短縮せしむるや明なり、從て溫度下降の場合と全様の結果を生ず之れが爲め拱環内に起る水平推力は次式により算定せり

$$H_0 = -\frac{I}{l_s} \frac{f_c Ln}{2(n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2)}$$

(5) 「フィルドスバンドレル」拱橋に於て拱環に生じ得べき温差の程度

温差に基因する所謂熱應力は鐵筋「コンクリート」拱橋に至大の影響を有すべきや論をまたす、從來築造せられたる拱橋に龜裂を生ぜるものは概ね此の原因より來れるもの少なからず

設計上に採用すべき温差の程度につきては熱應力そのもの不明なる丈け一層の考究と調査となを必要とすべし

次に本橋の設計に付き調査せる事項を少しく記述せんとす

本高架線外に外濠等に使用せる拱環は其の頂部即ち尤も薄き部分に於て道床用「バラスト」(厚さ約三呎)を以て被覆すべき構造なり又拱の下面は日光の直射を受くることなきを以て拱環に生じ得べき温度の差異は單に外氣の變化に基因するものにして甚だ小なるべきを想定するに難からず

外氣(日陰)の温度は東京附近に於て寒暑を通じ左の如し(中央氣象臺調査)

年次	最高温度(攝氏)		最低温度(攝氏)		最高最低温度の差		十年間平均温度(華氏)
	月日	温度	月日	温度	攝氏(度)	華氏(度)	
明治	41	8. 1.	33.2	1. 24.	(-) 5.1	38.3	70.55
	42	7. 16.	33.9	1. 12.	(-) 5.9	39.8	
	43	8. 1.	32.8	2. 2.	(-) 5.8	38.6	
	44	8. 21.	33.4	1. 2.	(-) 5.4	38.8	
大正	1	9. 2.	34.5	1. 17.	(-) 5.2	39.7	
	2	8. 12.	32.5	1. 6.	(-) 5.9	38.4	
	3	7. 30. 8. 11.	34.5	1. 5.	(-) 4.6	39.1	
	4	7. 19.	34.2	2. 6.	(-) 5.5	39.7	
	5	9. 1.	33.1	1. 6.	(-) 6.2	39.3	
	6	7. 27.	34.2	1. 31.	(-) 6.1	40.3	
氣象臺設立以來	明治十九年七月十四日	36.6	大正七年一月九日	(-) 8.2	44.8	80.6	

以上は外氣温度の變化に屬し此の温度は直ちに「コンクリート」内に傳達せられ得べきものに非らざるや元より言をまたす、殊に「コンクリート」は熱の不良導體なるを以て其の外表面は相當の温度を感ずるも實體内數吋の部分には之れを完全に傳達せられ得べきものに非ず

「ベーカー」博士観測の結果によるも「コンクリート」表面より四時乃至六時の内部に在りては其の温度の變化は外氣温度の變化に伴はざるものなりと云ふ

「ハウ」氏 (*Symmetrical masonry Arches*, 119頁) によれば上を以て被覆せる鐵筋「コンクリート」拱環の内部に自記寒暖計を埋込み十ヶ月乃至十二ヶ月間に生ぜる温差は華氏二十度を越ゆること無かりしと云ふ

米國「イリノイ」州「ビッグマツデー」川 (*The Big Muddy*) に架せる純「コンクリート」

拱橋は「イリノイ、セントラル」鐵道會社の建設に係り複線純「コンクリート」拱橋としては長大なるもの一なり、徑間百四十呎拱矢三十呎を有す

本橋の温差伸度を檢するが爲め千九百三年一月廿日より五月二十三日まで五ヶ月間實驗せる結果によれば全期間に於ける最大伸度0.012呎にして「コンクリート」の膨脹係数を毎度(華氏)0.0000054 と假定せば華氏十六度の温差に相當し又全係数を毎度に付き0.0000060 と假定せば華氏十四度余の温差に當れり、こは「オープン、スバンドレル」拱橋の場合なり米國「アイオワ」州に於て全分科大學工學試驗所に於て「ニコルス」氏及び「マクロー」氏 (*Bulletin No 30, of the Iowa State College of Agriculture & Mechanic Arts, by Messrs C. B. Nichols & C. B. McCullough*) の遂行せる實驗成績は温差の程度を判するに参考とすべき點多し

其の要點左の如し

實驗に際して水銀寒暖計及び電氣寒暖計の兩者を拱環の各部に埋込み内部の「コンクリート」に直接々觸せしめ其の成績を得たるものなり

拱橋名	實驗期間	徑間長	拱矢
<i>Squaw Creek Arch</i>	1909--1912	45'	11' 3"
<i>Walnut Street Arch</i>	1911--1912	68'	11' 6"

以上二拱橋に就き實驗せる結果によれば厚さ五呎乃至六呎以下の「コンクリート」塊内部に生ずる温差は平均外氣温差の約七十五「パーセント」に相當せり

拱橋所在地の外氣平均温差は華氏百〇二度なりしを以て其の七十五「パーセント」は七十六度五分に相當す、而して此の温差は「ワルナット」街拱に就き一月より八月までの間に得たる温差より小なること僅かに華氏二、七度に過ぎず又「スカウクリーク」拱に於て全年全期間に得たる温差より小なること僅かに二、六度に過ぎざりしと曰ふ、尙ほ温度の變化に伴ふ拱環の昇降を檢するが爲め水準測量を施したる結果によれば他の理由により影響を被らざる限り理論上の昇降と實際の昇降とはよく一致せりと云ふ

而して調査の結果兩氏の提言する處によれば全地と全緯度の地方に於ける拱橋の設計に對しては無應力時の温度よりも少くとも四十度の昇降あるものと假定するを適當なりと論ぜり

次に「フィラデルフィア」市「ワルナット、レーン」拱徑間長二百三十三呎 (*Walnut Lane*) 橋に於て電氣寒暖計により千九百八年八月より千九百九年五月まで十ヶ月間に實驗し得たる結果によれば「コンクリート」内に於ける温度の最大變化は攝氏廿四度 (華氏四十三度二分) なりしと曰ふ、而して此の期間に於ける外氣の最大温差は攝氏五十二度 (華氏九十三度六分) にして拱頂に於ける最大隆起を實測せるに計算上攝氏廿四度の隆起とよく一致せりと云ふ、而して本拱橋の實驗上外氣温差と「コンクリート」内温差との關係を見るに後者

は前者の約四十六「パーセント」に過ぎず

以上二例共に実験上の結果にして一方は七十五「パーセント」他方は四十六「パーセント」なるを以て「コンクリート」内温差と外気温差との関係は拱環露出部の状態と拱環厚の大小とにより著しき差あり、従て「コンクリート」断面積大なるものは小なるものに比し傳熱の程度甚だしく小なるを明瞭ならしむるものなり

歐米各國に於て一般に認めらるゝ處によれば長大なる徑間を有し拱環の上部を土砂或は砂利等にて被覆せる場合に於ては「コンクリート」内最大温差を攝氏三十度(華氏五十四度)以上とする要なしと云ふに一致せるが如し

獨逸技術者の計算上に使用しつゝある拱橋内温差の程度は左の如し

拱の厚さ	8"まで	攝氏	40°	華氏	72°
同	20"まで	同	32°	同	57°.6
同	40"まで	同	24°	同	43°.2

瑞西國建築條例によれば攝氏三十五度(華氏六十三度)を採用すべきを規定せり

其他参考となるべき實例乏しからず、例へば *Lavimer Avenue* 拱(徑間長三百呎四)「オハイオ」州「クリブラント」市「ロッキー」川に架せる拱橋(徑間長二百八十呎)は共に華氏(一)(十)三十度を採用し瑞西國「ラウサンヌ」市にある *Chauderon-Montbenon* 拱橋に於ては攝氏(一)(十)二十度華氏((一)(十)三十六度)東京市鍛冶橋に於ては華氏(一)(十)十五度(土木學會誌第一卷第三號五十四頁)を採用せり

本市街高架拱橋に在りては拱環の上部凡て砂利を以て填充し其の厚さは拱頂部即ち最も少なき部分に於て三尺なるを以て拱環は其の兩側を除き何れの部分も直接日光に暴露せらるゝことなし、殊に外濠橋の如きは拱頂部の「コンクリート」厚さ三尺に達し従て「コンクリート」内部に起り得べき最大温差は五十度を超過せざるべきを想定し得べし

今假りに「ニコルス」「マクロー」兩氏の實驗成績に據り「コンクリート」内最大温差を外気温差の七十五「パーセント」と假定せば東京地方に對し左の結果を得べし

明治四十一年乃至大正六年迄十ヶ年間の最大温差の平均を採れば華氏五十三度

過去に於ける最大外気温差(華氏八〇、六度)を採れば華氏六〇、五度

以上論述せる各種の事情を參酌し市街線高架拱橋に對し熱應力を算定すべき温差を左の如く假定せり

華氏(一)(十)三十度

(6) 「メラン」式鐵筋混凝土拱橋の設計

(徑間百貳拾五呎)

(1) 設計資料

一、徑間長百貳拾五呎

二、拱矢(中軸線にて測り)を貳拾呎とす

三、拱環の中軸線は三個の圓弧より成る

四、拱頂上部の填充砂利の厚さを三呎とす

五、靜荷重

拱背上に填充すべき砂利一立方呎に付き百拾封度とす

拱環を構成する鐵筋混凝土一立方呎の重量を百五拾封度とす

六、動荷重

「クーバー」氏 E_{40} の機關車荷重に等價なる等布動荷重を一平方呎に付き六百六拾封度と假定す、此荷重は拱頂部に於て幅拾貳呎に展布するものとす、又動荷重は(イ)全徑間上(ロ)半徑間上(ハ)中央部三分の一區間上の三様に等布せらるゝものと假定し拱環各部應力の算定を爲す

第一線及第二線用拱環に對しては「クーバー」氏 E_{33} 動荷重を採用し此の等價等布荷重を一平方呎に付き五百五十封度と假定す

七、許容應力等

f_c1:2:4. 混凝土の許容應壓力、一平方呎に付き六百封度とす

(但し温差應力を含むときは之れを七百封度まで増加することを得)

f_s鐵筋上の許容應張力、一平方呎に付き一萬五千封度

t拱の無應力時の溫度より上下す可き溫度の變化は本計算にては華氏六十度(±30°)とす

E_s每平方呎に付き三千萬封度(鋼鐵の彈率)

E_c每平方呎に付き二百萬封度(混凝土の彈率)

n $\frac{E_s}{E_c}$ なる比にして本計算にては之を十五とす

(備考)荷重より生ずる應壓力と熱應力との合壓力に對しては每平方呎に付き八百封度まで許容せる實例に乏しからず、然れとも多くの場合に於ては七百封度と假定せらる

(ロ) 機關車の等價等布荷重の算定

本項を定むるには先以て拱頂部に於ける砂利の厚さを豫め決定するを要す

鐵道橋にありては公道橋と異なり機關車荷重を可成一様に分布せしめ且つ振動及撃衝の度を輕減するか爲め各國共此の填充厚を少くとも二呎乃至三呎とするを常習とす

本高架橋に於ては枕木上端より拱頂背面までの深さを三呎とせり

拱背部は土砂又は砂利にて相當の深さに被覆せる場合には機關車の如き集合荷重も廣大なる面積上に分配せらるゝこと明かなるを以て之れを等價等布荷重に換算して拱環應力を算定するを普通とす外濠拱橋に於て試みたる等價等布荷重の計算は次の如し

(一) 機關車荷重により徑間の四點に起る最大彎曲率に等價なる等布荷重

(二) 拱橋の半徑間上の最大動荷重を之れに相當する面積にて除し得たる等價等布荷重

(三) 最大動輪を其の支持床面積にて除し得たる等價等布荷重

第一法 徑間の四等分點(橋臺面より起算す)に起る最大彎曲率に等價なる等布荷重

「クーバー」氏 E_{40} の場合

機關車荷重に依る徑間の四等分點に起る最大彎曲率=3,826,265 呎封度(一軌條に付)

即ち $M_1 = \frac{3,826,265}{6} \doteq 637,700$ 呎封度(每呎)

等布荷重に依り徑間の四等分點に起る彎曲率 = $\frac{3wl^2}{32}$

故に等價等布荷重は次の如し

$$w_1 = \frac{637,700 \times 32}{3 \times 125^2} = 435 \text{ 平方呎封度}$$

$$\text{撃衝係数} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{300}{125 + 300} \right) = 35.3 \%$$

撃衝量を含める等價等布荷重(W)は次の如し

$$W_{40} = 1.353 w_1 \doteq 589 \text{ 平方呎封度}$$

「クーバー」氏 E_{33} の場合

$$M_1 = \frac{3,156,669}{6} \doteq 526,000 \text{ 呎封度(每呎)}$$

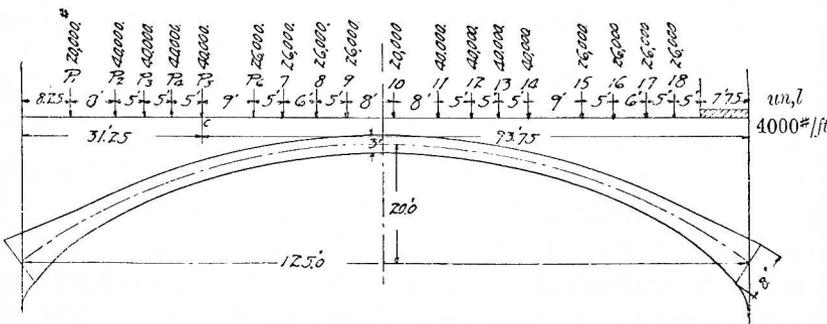
$$W_1 = \frac{526,000 \times 32}{3 \times 125^2} = 359 \text{ 平方呎封度}$$

撃衝量を含める等價等布荷重(W)は次の如し

$$W_{33} = 1.353 \times w_1 \doteq 486 \text{ 平方呎封度}$$

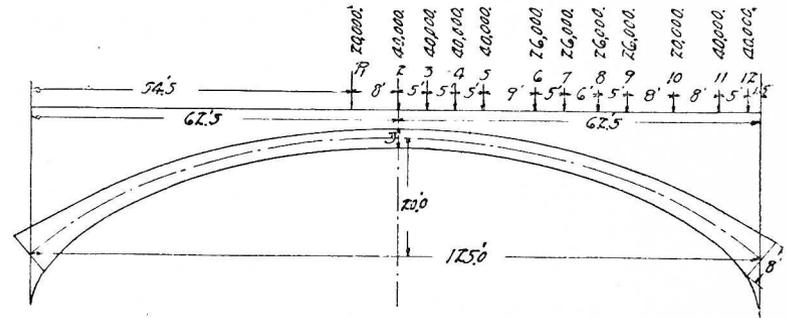
第 二 圖

拱徑間の四等分點に於て最大彎曲率を生ぜしむる動荷重位置面



第二法 拱半徑間上の最大動荷重を之れに相當する面積にて除し得たる等價等布荷重

第 三 圖
拱半徑間上に於ける最大荷重法



「クーバー」氏 E_{10} の場合

半徑間上の最大荷重=344,000封度

$$\therefore w' = \frac{344,000}{12 \times 62.5} = 459 \text{ 平方呎封度}$$

$$W_{10} = \text{撃衝量を含める等價等布荷重} = 1.353 \times 459 = 621 \text{ 平方呎封度}$$

「クーバー」氏 E_{33} の場合

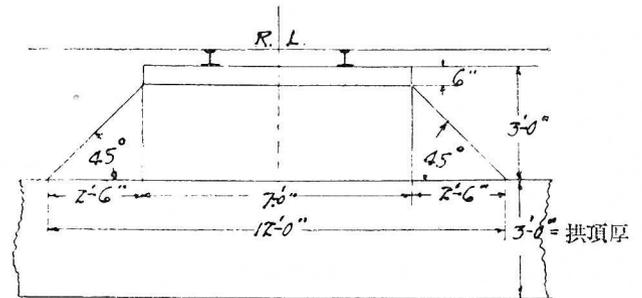
拱半徑間上の最大荷重=283,800封度

$$\therefore w' = \frac{283,800}{12 \times 62.5} = 378 \text{ 平方呎封度}$$

$$W_{33} = \text{撃衝量を含める等價等布荷重} = 1.353 \times 378 \doteq 511 \text{ 平方呎封度}$$

第三法 最重動輪を其支持床面積にて除したる等價等布荷重

第 四 圖



$$W_{40} = \text{「クーバー」氏 } E_{40} \text{ に等價なる等布荷重} = \frac{40,000}{12 \times 5.0} = 666 \text{ 平方呎封度}$$

$$W_{33} = \text{「クーバー」氏 } E_{33} \text{ に等價なる等布荷重}$$

$$= \frac{33,000}{12 \times \text{働輪間の距離}} = \frac{33,000}{12 \times 5.0} = 550 \text{ 平方呎封度}$$

以上三種の方法に據り算出したる等價等布荷重を綜合せば次の如し

{	第一法に據るとき	(E ₄₀)	W=589 平方呎封度
	第二法に據るとき	(,,)	W=621 平方呎封度
	第三法に據るとき	(,,)	W=666 平方呎封度
{	第一法に據るとき	(E ₃₃)	W=486 平方呎封度
	第二法に據るとき	(,,)	W=511 平方呎封度
	第三法に據るとき	(,,)	W=550 平方呎封度

以上の結果を参照し本拱の計算に對しては第三法に據り得たる次の値を採用せり

{「クーパー」氏 E₄₀ に對しては..... W=660 平方呎封度
 {「クーパー」氏 E₃₃ に對しては..... W=550 平方呎封度

(ハ) 拱環頂部の厚さを算定すること

拱環頂部の厚さは(一)徑間長(二)拱形(三)拱矢(四)拱材(五)荷重及び填充土砂の厚さ等により異なるを免れず、而して拱頂厚は其の點に於ける推力と彎曲率との多少により一定せず

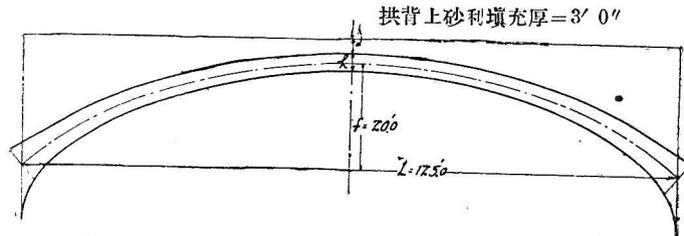
従て拱の計算を始むるに當り此の厚さを理論上より確定し置くこと殆んど不可能と云ふを得べし故に經驗上の判斷に委するか、經驗公式により試算を施し計算上壓力線を定め適當と認め得べき拱頂厚を撰ぶの外なし

外濠拱橋の設計に當り使用せる經驗公式次の如し

小徑間を有する拱橋にも概れ是等の公式によれり

$$L = \text{純徑間長} = 125'0'' \quad f = \text{拱矢 (中軸線にて)} = 20'0'' \quad \frac{f}{L} = \frac{1}{6.25}$$

第五圖



(I)「クーパー」氏 E₃₃ を使用する場合

(a) 「ルーテン」氏公式 (D. B. Luten's formula)

$$h = \text{拱頂厚 (呎)} = \frac{3L^2(f+3F)}{4000j-L^2} + \frac{pL^2}{30000f} + 4$$

茲に L=徑間長(呎) f=拱軸線にて測れる拱矢(呎)
 F=拱頂上填充土砂の厚さ(呎) p=等布動荷重(平方呎封度)

$$h = 39.44 \text{ 呎}$$

(b) 「ウエルド」氏公式 (F. F. Weld's formula)

$$h = \sqrt{L} + \frac{L}{10} + \frac{w}{200} + \frac{w'}{400}$$

茲に w=等布動荷重(平方呎封度)

w'=拱頂上に働く靜荷重(平方呎上封度)=330 封度とす

$$h = 27.255 \text{ 呎}$$

(c) 「ドーグラ」氏公式 (W. J. Daugla's formula)

$$h = \left[0.0001 \times (11000 + L^2) \right] \times 12 = 31.95 \text{ 呎}$$

(d) 「シュワルツ」氏公式 (Schwartz's formula)

徑間長の三分の一より小なる拱矢を有する拱に對しては

$$h = 3.333 n + \frac{1}{1008} \cdot \frac{WL}{Sf}$$

徑間長の三分の一より大なる拱矢を有する拱に對しては

$$h = \frac{10}{3} n + \frac{W}{336f}$$

茲に h=拱頂厚(呎)

S=拱環内應力(平方呎封度)=平均 400 封度とす

W=拱半徑間上の重量 (但し拱環の外鋪道の重量並に拱頂に於て深さ三呎六吋以下なる填充土砂の重量を含む) = 130,000 封度と假定す

n=係數にして普通橋梁に對しては 0.2 とするを常とす

以上兩式に於て徑間 100呎を越ゆるときは其超過徑間 11呎 毎に百分の二を減すべし

$$h = 2.56 \text{ 呎} = 30.72 \text{ 吋}$$

(e) 「メラン」氏公式 (J. Melan's formula)

$$h = \frac{1}{1+n a_0} h' = \frac{1}{1+n a_0} \left[\frac{w_2 r_0}{2(f_c - r' r_0)} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \frac{2p_1 f_0 (f_c - r' r_0) \cos^2 \phi}{w_2^2 r_0}} \right\} \right]$$

茲に n=E_s/E_c=15 (但し 1:2:4 混凝土)

a₀=拱頂部の鐵筋量比=.0035 と假定す

$$w_2 = u_2 r_1 + \frac{1}{2} p_1$$

u₂=拱頂上填充砂利の深さ=3 呎とす

r₁=拱背填充砂利の密度=110 封度とす

p₁=動荷重(但し半徑間上に加へたるもの)=550 封度とす

r₀=拱頂部を通過する抵抗線の曲率半徑=107.7 呎と假定す

f_c=混凝土縁維應力=600 (平方吋上封度)=86400 (平方呎上封度)

r'=混凝土の密度に $\left(\frac{h}{1+n a_0} \right)$ を乗じたるもの

h = 拱架上の負擔すべき拱環重量 = $\frac{2}{3}$ と假定す

$$f_0 = \frac{6 q_0}{5q_0 + q_1} \times f$$

q_0 = 拱頂部に働く單位合荷重 = 1330 封度と假定す

q_1 = 起拱部 " = 3900 封度と假定す

f = 拱軸線に於ける拱矢

$$\therefore h' = \frac{605 \times 107.7}{2 \times 76850} \times \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 550 \times 15.1 \times 768.50 \times 0.91}{605^2 \times 107.7}} \right) = 2.764 \text{ 呎}$$

$$r' = 150 \times \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{1 + 15 \times .0085} = 88.7 \text{ 封度 (每立方呎)}$$

$$r' r_0 = 88.7 \times 107.7 = 9550 \text{ 平方呎封度}$$

$$f_0 - r' r_0 = 86400 - 9550 = 76850 \text{ 平方呎封度}$$

$$\cos^2 \phi = \frac{L^2}{L^2 + 4f} = \frac{125^2}{125^2 + 4 \times 20} = 0.91$$

$$f_0 = \frac{6q_0}{5q_0 + q_1} f = 15.1$$

$$\text{故に } h = \frac{1}{1 + m_0} h' = \frac{1}{1.1275} \times 2.764 = 2.45 \text{ 呎} = 29.4 \text{ 吋}$$

以上五公式に依りて計算したる結果は各異なれり之等を平均して所要拱頂環の厚さを求むれば次の如し

$$h = \frac{39.44 + 27.255 + 31.95 + 30.72 + 29.4}{5} = 31.75 \text{ 吋}$$

又以上公式の内(a)(d)(e)の三式のみを探り其平均を求むれば次の如し

$$h = 33.19 \text{ 吋}$$

(II) 「クーバー」氏 E_{40} を使用する場合

(a) 「ルーテン」氏公式 $h = 42.30 \text{ 吋}$

(b) 「ウェルド」氏公式 $h = 27.805 \text{ 吋}$

(c) 「ドーグラ」氏公式 $h = 31.95 \text{ 吋}$

(d) 「シユワルツ」氏公式 $h = 2.708 \text{ 呎} = 32.5 \text{ 吋}$ ($W = 140000$ と假定す)

(e) 「メラン」氏公式 $h = 2.684 \text{ 呎} = 32.2 \text{ 吋}$

$$\text{拱頂部平均厚は } h = \frac{42.30 + 27.805 + 31.95 + 32.5 + 32.2}{5} = 33.35 \text{ 吋}$$

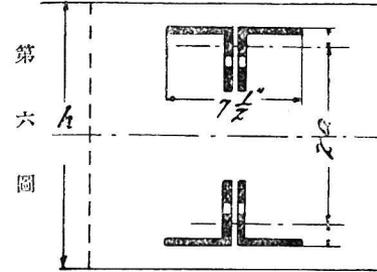
$$\text{公式(a)(d)(e)三式を平均したる結果は } h = 35.67 \text{ 吋}$$

以上計算の結果を參照し本拱に對しては拱頂部環厚を 3. 呎とせり

(二) 動荷重「クーバー」氏 E_{33} に對し拱環内應力の算定

第(四)項に於て記述せし解法に従ひ外濠拱橋拱環を解き其各部に於ける應力を計算すること下の如し、算出方法の順序等に関しては自明のものなるを以て之を説明を避け直に表示することとせり

(a) $\frac{ds}{I}$ の比が定數なる様拱環區劃計算表



拱頂點より區劃6に於ける鐵筋斷面積

$A = 8.264$ 平方呎 (助拱一個に付き)

又は 0.0255 平方呎/每呎

區劃7乃至起拱點に於ける鐵筋斷面積

$A = 10.500$ 平方呎 (助拱一個に付き)

又は 0.0324 平方呎/每呎

拱拱間距離 $2' 3''$

$2a$ は變數

區劃數	豫備計算の爲め拱軸に沿ひ等距離に區劃せる時						
	I_c (每呎)		I_s (助拱一個に付き)				$I = I_c + 14 I_s$ (呎 ³)
	拱環厚 h (呎)	h^2 (呎 ²)	$I_c = \frac{bh^3}{12}$ (呎 ³)	a (呎)	a^2 (呎 ²)	$14 I_s$ (呎 ³)	
1	3.00	27.0000	2.2500	1.22	1.4884	0.5314	2.7814
2	3.04	28.0945	2.3412	1.24	1.5376	0.5489	2.8901
3	3.13	30.6643	2.5554	1.29	1.6641	0.5941	3.1491
4	3.23	33.6983	2.8082	1.34	1.7956	0.6410	3.4492
5	3.35	37.5954	3.1330	1.40	1.9600	0.6997	3.8327
6	3.50	42.8750	3.5729	1.47	2.1609	0.7714	4.3443
7	3.70	50.6530	4.2211	1.57	2.4649	1.1180	5.3391
8	4.00	64.0000	5.3333	1.72	2.9584	1.3419	6.6752
9	4.48	89.9154	7.4930	1.96	3.8416	1.7425	9.2355
10	5.30	148.8770	12.4064	2.37	5.6169	2.5478	14.9542
11	7.50	421.8750	35.1563	3.47	12.0409	5.4618	40.6181

區劃番號	$\frac{ds}{I}$ なる比が定數なる様、拱環を貳拾個に區劃せる時								
	ds (呎)	h (呎)	h^2 (呎 ²)	$\frac{bh^3}{12} = I_c$ (呎 ³)	a (呎)	a^2 (呎 ²)	$14 I_s$ (呎 ³)	$I = I_c + 14 I_s$ (呎 ³)	$\frac{ds}{I}$
1	4.05	3.01	27.271	2.2726	1.23	1.5129	0.5401	2.8127	1.440
2	4.13	3.03	27.818	2.3182	1.24	1.5376	0.5489	2.8671	1.440
3	4.37	3.09	29.504	2.4587	1.27	1.6129	0.5758	3.0345	1.440
4	4.57	3.14	30.959	2.5799	1.29	1.6641	0.5941	3.1740	1.440
5	4.92	3.22	33.386	2.7822	1.33	1.7689	0.6315	3.4137	1.441
6	5.33	3.31	36.265	3.0221	1.38	1.9044	0.6799	3.7020	1.440
7	5.86	3.42	40.092	3.3335	1.43	2.0449	0.7300	4.0635	1.442
8	6.85	3.61	47.046	3.9265	1.53	2.3409	0.8357	4.7562	1.440
9	9.08	3.92	60.236	5.0197	1.68	2.8224	1.2802	6.2999	1.441
10	17.82	4.96	122.024	10.1687	2.20	4.8400	2.1954	12.3641	1.441
	66.98							平均	1.441

(b) 拱軸點の座標

區番 割點號	x (呎)	x^2 (呎 ²)	y (呎)	y^2 (呎 ²)	$2y$ (呎)
1	2.02	4.0804	0.017	0.000289	0.034
2	6.09	37.0881	0.15	0.0225	0.300
3	10.30	106.0900	0.44	0.1936	0.880
4	14.71	216.3841	0.91	0.8281	1.820
5	19.42	377.1364	1.59	2.5281	3.180
6	24.48	599.2704	2.53	6.4009	5.060
7	30.05	903.0025	3.83	14.6689	7.660
8	36.38	1,323.5044	5.66	32.0356	11.320
9	43.91	1,928.0881	8.42	70.8964	16.840
10	55.54	3,084.6916	14.72	216.6784	29.440
Σ	242.90	8,579.3360	38.267	344.252789	76.534

(c) 荷重の算出表

區番 割點號	靜荷重		動荷重		總荷重		累計荷重	
	(150#) 單位	封度	(150#) 單位	封度	(150#) 單位	封度	(150#) 單位	封度
1	21.21	3,182	14.83	2,225	36.04	5,407	36.04	5,407
2	22.14	3,321	15.05	2,258	37.19	5,579	73.23	10,986
3	24.19	3,629	15.85	2,378	40.04	6,007	113.27	16,993
4	27.00	4,050	16.52	2,478	43.52	6,528	156.79	23,521
5	32.16	4,824	18.02	2,703	50.18	7,527	206.97	31,048
6	38.07	5,711	19.01	2,852	57.08	8,563	264.05	39,611
7	49.91	7,487	21.73	3,260	71.64	10,747	335.69	50,358
8	66.43	9,965	24.63	3,695	91.06	13,660	426.75	64,018
9	101.31	15,197	30.35	4,553	131.66	19,750	558.41	83,768
10	261.90	39,285	53.40	8,010	315.30	47,295	873.71	131,063
Σ	644.32	96,651	229.39	34,412	873.71	131,063		

(d) 力率腕長算定表

區番 割點號	x (呎)	起拱點 にて	(10)號 點にて	(9)號 點にて	(8)號 點にて	(7)號 點にて	(6)號 點にて	(5)號 點にて	(4)號 點にて	(3)號 點にて	(2)號 點にて
1	2.02	60.48	53.52	41.89	34.36	28.03	22.46	17.40	12.69	8.28	4.07
2	6.09	56.41	49.45	37.82	30.29	23.96	18.39	13.33	8.62	4.21	
3	10.30	52.20	45.24	33.61	26.08	19.75	14.18	9.12	4.41		
4	14.71	47.79	40.83	29.20	21.67	15.34	9.77	4.71			
4'	18.90	43.60	36.64	25.01	17.48	11.15	5.58	0.52			
5	19.42	43.08	36.12	24.49	16.96	10.63	5.06				
6	24.48	38.02	31.06	19.43	11.90	5.57					
7	30.05	32.45	25.49	13.86	6.33						
8	36.38	26.12	19.16	7.53							
9	43.91	18.59	11.63								
10	55.54	6.96									
起拱點	62.5										

(e) 靜荷重のみより起る彎曲率表

〔重量及び力率の單位は凡て鐵筋混凝土一立方呎(150#)とす〕

區番 割點號	靜荷重 單位 (150#)	起拱點 にて	(10)號 點にて	(9)號 點にて	(8)號 點にて	(7)號 點にて	(6)號 點にて	(5)號 點にて	(4)號 點にて	(3)號 點にて	(2)號 點にて
1	21.21	1,282.8	1,135.2	888.5	728.8	594.5	476.4	369.1	269.2	175.6	86.3
2	22.14	1,248.9	1,094.8	837.3	670.6	530.5	407.2	295.1	190.8	93.2	
3	24.19	1,262.7	1,094.4	813.0	630.9	477.8	343.0	220.6	106.7		
4	27.00	1,290.3	1,102.4	788.4	585.1	414.2	263.8	127.2			
5	32.16	1,385.5	1,161.6	787.6	545.4	341.9	162.7				
6	38.07	1,447.4	1,182.5	739.7	453.0	212.0					
7	49.91	1,619.6	1,272.2	691.8	315.9						
8	66.43	1,735.2	1,272.8	500.2							
9	101.31	1,883.4	1,178.2								
10	261.90	1,822.8									
Σ		14,978.6	10,494.1	6,046.5	3,929.7	2,570.9	1,653.1	1,012.0	566.7	268.8	86.3

(e) 動荷重のみより起る彎曲力率表

[重量及び力率の單位は凡て鐵筋混凝土一立方呎(150#)とす]

區 劃 點 番 號	動荷重 單位 (150#)	起拱點 にて	(10)號 點にて	(9)號 點にて	(8)號 點にて	(7)號 點にて	(6)號 點にて	(5)號 點にて	(4)號 點にて	(3)號 點にて	(2)號 點にて
2	15.05	849.0	744.2	569.2	455.9	360.6	276.8	200.6	129.7	63.4	
3	15.85	827.4	717.1	532.7	413.4	313.0	224.8	144.6	69.9		
4	16.52	789.5	674.5	482.4	358.0	253.4	161.4	77.8			
5	18.02	776.3	650.9	441.3	305.6	191.6	91.2				
6	19.01	722.8	590.5	369.4	226.2	105.9					
7	21.73	705.1	553.9	301.2	137.6						
8	24.63	643.3	471.9	185.5							
9	30.35	564.2	353.0								
10	53.40	371.7									
Σ		7,146.2	5,549.7	3,502.9	2,406.3	1,640.2	1,087.3	681.0	387.8	186.2	60.4

(e) 拱徑間の中央三分の一區間上加へたる等布動荷重に因り起る彎曲力率表

[重量及び力率の單位は鐵筋混凝土一立方呎(150#)とす]

區 劃 點 番 號	動荷重 單位 (150#)	起拱點 にて	(10)號 點にて	(9)號 點にて	(8)號 點にて	(7)號 點にて	(6)號 點にて	(5)號 點にて	(4)號 點にて	(3)號 點にて	(2)號 點にて
2	15.05	849.0	744.2	569.2	455.9	360.6	276.8	200.6	129.7	63.4	
3	15.85	827.4	717.1	532.7	413.4	313.0	224.8	144.6	69.9		
4	16.52	789.5	674.5	482.4	358.0	253.4	161.4	77.8			
4'	14.24	620.9	521.8	356.1	248.9	158.8	79.5	7.4			
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Σ		3,983.7	3,451.3	2,561.6	1,985.8	1,501.5	1,075.6	688.4	387.8	186.2	60.4

(f) 拱頂點に働く H_0, V_0 及び M_0 計算準備表

[力率の單位は鐵筋混凝土一立方呎(150#)とす]

區 劃 點 番 號	x 呎	y 呎	靜荷重のみの場合		動荷重のみの場合	
			m_L 或 m_R	$(m_L+m_R)y$	m_L 或 m_R	$(m_L+m_R)y$
			1	2.02	0.017	0
2	6.09	0.15	86.3	25.9	60.4	18.1
3	10.30	0.44	268.8	236.5	186.2	163.9
4	14.71	0.91	566.7	1,031.4	387.8	705.8
5	19.42	1.59	1,012.0	3,218.2	681.0	2,165.6
6	24.48	2.53	1,653.1	8,364.7	1,087.3	5,501.7
7	30.05	3.83	2,570.9	19,693.1	1,640.2	12,563.9
8	36.38	5.66	3,929.7	44,484.2	2,406.3	27,239.3
9	43.91	8.42	6,046.5	101,823.1	3,502.9	58,988.8
10	55.54	14.72	10,494.1	308,946.3	5,549.7	163,833.2
Σ			26,628.1	487,823.4	15,501.8	270,730.3
Σm			53,256.2		31,003.6	
起拱點			14,978.6		7,146.2	

區 劃 點 番 號	拱徑間の中央三分の一區 間上に動荷重を全徑間上 に靜荷重を有する場合		拱の左半徑間上に總荷重(靜動)を、 右半徑間上に靜荷重を加へたる場合			
	m_L 或 m_R	$(m_L+m_R)y$	m_L	m_R	$(m_L+m_R)y$	$(m_L-m_R)x$
1	0	0	0	0	0	0
2	146.7	44.0	146.7	86.3	35.0	367.8
3	455.0	400.4	455.0	268.8	318.5	1,917.9
4	954.5	1,735.2	954.5	566.7	1,384.3	5,704.5
5	1,700.4	5,407.3	1,693.0	1,012.0	4,301.0	13,225.0
6	2,728.7	13,807.2	2,740.4	1,653.1	11,115.6	26,617.1
7	4,072.4	31,194.6	4,211.1	2,570.9	25,975.1	49,288.0
8	5,915.5	66,963.5	6,336.0	3,929.7	58,103.9	87,541.2
9	8,608.1	144,960.4	9,549.4	6,046.5	131,317.5	153,812.3
10	13,945.4	410,552.6	16,043.8	10,494.1	390,637.9	308,230.2
Σ	38,526.7	675,065.2	42,129.9	26,628.1	623,188.8	+ 646,704.0
Σm	77,053.4		68,758.0			
起拱點	18,962.3		22,124.8	14,978.6		

拱頂點に働く H_o, V_o 及び M_o の算定

$$\begin{aligned} & 2 \left[(\Sigma y)^2 - n \Sigma y^2 \right] = 2 \times \left[(38.267)^2 - 10 \times 344.2528 \right] \\ & = -3,956.3294 \end{aligned}$$

(I) 徑間上に静荷重のみを加へたる場合に於ける H_o, M_o 及び e_o

$$H_o = \frac{n \Sigma m y - \Sigma m \Sigma y}{2 \left[(\Sigma y)^2 - n \Sigma y^2 \right]} = \frac{10 \times -487,823.4 - (-53,256.2 \times 38.267)}{-3,956.3294} = 717.9 \text{ 混凝土}$$

一立方呎に付き = 107,685 封度

$$M_o = -\frac{\Sigma m + 2H_o \Sigma y}{2n} = -\frac{-53,256.2 + 2 \times 717.9 \times 38.267}{20} = -84.38 =$$

-12,657 呎封度

$$e_o = \frac{M_o}{H_o} = \frac{-84.38}{717.9} = -0.1175 \text{ 呎}$$

(II) 徑間上に静荷重と動荷重とを加へたる場合に於ける H_o, M_o 及び e_o

$$H_o = \frac{10 \times (-758,553.7) - (-84,259.8 \times 38.267)}{-3,956.3294} = 1,102.3 \text{ 混凝土一立方呎に付き}$$

= 165,345. 封度

$$M_o = -\frac{-84,259.8 + 2 \times 1,102.3 \times 38.267}{20} = -5.18 = -777. \text{ 呎封度}$$

$$e_o = \frac{-5.18}{1,102.3} = -0.0047 \text{ 呎}$$

(III) 拱の全徑間上に静荷重と中央三分の一區間上に動荷重とを加へたる場合に於ける H_o, M_o 及び e_o

$$H_o = \frac{10 \times (-675,065.2) - (-77,053.4 \times 38.267)}{-3,956.3294} = 961.0 \text{ 混凝土一立方呎に付き}$$

= 144,150. 封度

$$M_o = -\frac{-77,053.4 + 2 \times 961.0 \times 38.267}{20} = +175.2 = +26,280 \text{ 呎封度}$$

$$e_o = \frac{175.2}{961} = +0.1823 \text{ 呎}$$

(IV) 拱の左半徑間上に總荷重(静動)を、右半徑間上に静荷重のみを加へたる場合に於ける H_o, V_o, M_o 及び e_o

$$H_o = \frac{10 \times (-623,188.8) - (-68,758.0 \times 38.267)}{-3,956.3294} = 910.1 \text{ 混凝土一立方呎に付き}$$

= 136,515. 封度

$$M_o = -\frac{-68,758.0 + 2 \times 910.1 \times 38.267}{20} = -44.78 = -6,717. \text{ 呎封度}$$

$$e_o = \frac{-44.78}{910.1} = -0.0492 \text{ 呎}$$

$$V_o = \frac{\Sigma (m_R - m_L) x}{2 \Sigma x^2} = \frac{646,704.}{2 \times 8,579,336} = 37.7 = 5,655 \text{ 封度}$$

(V) 温度の變化より起る H_o, M_o 及 e_o

$$H_o = \frac{EI}{d_s} \frac{CtLn}{2(n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2)}$$

茲に $E = 288,000,000$ 毎平方呎封度 $\frac{I}{d_s} = \frac{1}{1.441} = 0.694$ $C = 0.0000055$ (華氏一度)に付き

$$t = \pm 30^\circ \text{ 華氏} \quad L = 125'0'' \quad n = 10 \text{ (半徑間の區劃數)}$$

$$2(n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2) = 3,956.3294$$

$$H_o = \frac{288,000,000 \times 0.694 \times 0.0000055 \times 30 \times 125. \times 10}{3,956.3294} = 10,420. \text{ 封度}$$

$$M_o = -\frac{H_o \Sigma y}{n} = -\frac{10,420. \times 38.267}{10} = -39,874. \text{ 呎封度}$$

$$e_o = \frac{39,874.}{10,420} = 3.827 \text{ 呎}$$

計 算 結 果 表 (E_{33})

加重法	静荷重のみの場合	總荷重を加へたる場合	全徑間上に静荷重・中央三分の一區間上に動荷重を加へたる場合	静荷重が全徑間上に動荷重を加へたる場合	温度の變化ある場合 ($\pm 30^\circ$ 華氏)
H_o { 拱頂點に働く水平推力(封度)	107,685	165,345	144,150	136,515	10,420
V_o { 拱頂點に働く垂直剪力(封度)	0	0	0	5,655	0
M_o { 拱頂點に起る彎曲率(呎封度)	- 12,657	- 777	+ 26,280	- 6,717	- 39,874
e_o { H_o が中軸線より偏りて働く距離(呎)}	- 0.1175	- 0.0047	+ 0.1823	- 0.0492	- 3.827

(g) 計算法により壓

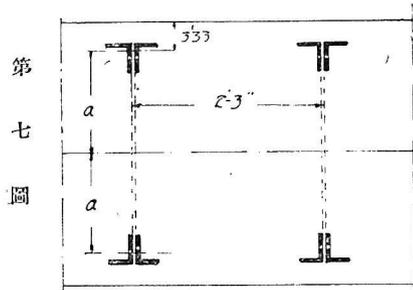
$$M = M_0 \pm V_0 x + H_0 y + m$$

加重法	區劃點	x	y	$\frac{M_0}{H_0}$ V_0	m_L 或 m_R	$V_0 x$
(I) 靜荷重	拱頂點	0	0 0		0	
	5		1.59	$H_0=717.9$	- 1,012.0	
	9		8.42	$M_0=84.4$	- 6,046.5	
	10		14.72	$V_0=0$	- 10,494.1	
	起拱點		20.00		- 14,978.6	
(II) 總荷重	拱頂點		0 0		0	
	5		1.59	$H_0=1,102.3$	- 1,693.0	
	9		8.42	$M_0=-5.20$	- 9,549.4	
	10		14.72	$V_0=0$	- 16,043.8	
	起拱點		20.00		- 22,124.8	
(III) 三分荷重の及動中央重	拱頂點		0 0		0	
	5		1.59	$H_0=961.0$	- 1,700.4	
	9		8.42	$M_0=+175.2$	- 8,608.1	
	10		14.72	$V_0=0$	- 13,945.4	
	起拱點		20.00		- 18,962.3	
(IV) 半荷重	拱頂點		0 0		0	
	5	19.42	1.59		- 1,693.0	732.1
	9	43.91	8.42	$H_0=910.1$	- 9,549.4	1,655.4
	10	55.54	14.72	$M_0=-44.8$	- 16,043.8	2,093.9
	起拱點	62.50	20.00	$V_0=37.7$	- 22,124.8	2,356.3
	5'	19.42	1.59		- 1,012.0	732.1
	9'	43.91	8.42		- 6,046.5	1,655.4
	10'	55.54	14.72		- 10,494.1	2,093.9
	起拱點	62.50	20.00		- 14,978.6	2,356.3
		區劃點	0	y		$\cos \theta$
(V) 溫度の變化	拱頂點	0° 0'	0 0	$H_0=69.47$	1.000	0
	5	9° 19' 51"	1.59	$M_0=-265.8$	0.98677	0.16214
	9	23° 10' 53"	8.42	$V_0=0$	0.91926	0.39364
	10	33° 42' 22"	14.72		0.83189	0.55493
	起拱點	40° 39' 36"	20.00		0.75859	0.65157

力線を定むる方法

$H_0 y$	M 單位=(150噸#)	推力 T 單位=(150噸#)	剪力 S' 單位=(150噸#)	偏倚 e (噸)
0	- 84.4	717.9	0	- 0.118
1,141.5	+ 45.1	724.0	26	+ 0.062
6,044.7	- 86.2	770.0	26	- 0.112
10,567.5	- 11.0	810.0	82	- 9.014
14,358.0	- 705.0	965.0	20	- 0.730
0	- 5.2	1,102.3	0	- 0.005
1,752.7	+ 54.5	1,113.0	24	+ 0.049
9,281.4	- 273.2	1,182.0	41	- 0.231
16,225.9	+ 176.9	1,228.0	145	+ 0.144
22,046.0	- 84.0	1,407.0	53.5	- 0.060
0	+ 175.2	961.0	0	+ 0.182
1,528.0	+ 2.8	974.0	28	+ 0.003
8,091.6	- 341.3	1,024.0	50	- 0.333
14,145.9	+ 375.7	1,053.0	152	+ 0.356
19,220.0	+ 432.9	1,198.0	79	+ 0.361
0	- 44.8	910.1	37.7	- 0.049
1,447.1	+ 441.4	917.0	28.0	+ 0.482
7,663.0	- 275.8	990.0	1.0	- 0.278
13,396.7	- 598.0	1,047.0	6.8	- 0.571
18,202.0	- 1,611.3	1,235.0	45.0	- 1.305
1,447.1	- 341.8	919.0	26.0	- 0.372
7,663.0	- 83.7	961.0	69.0	- 0.087
13,396.7	+ 763.9	990.0	158.0	+ 0.771
18,202.0	+ 822.3	1,133.0	77.0	+ 0.725
$H_0 y$	M 單位=(150噸#)	推力 T 單位=(150噸#)	剪力 單位=(150噸#)	偏倚 e (噸)
0	- 265.8	69.5	0	- 3.824
110.5	- 155.3	68.6	11.3	- 2.264
584.9	+ 319.1	63.9	27.3	+ 4.994
1,022.6	+ 756.8	57.8	38.5	+ 13.093
1,389.4	+ 1,123.6	52.7	45.2	+ 21.321

(h₁) 混凝土縁維應力の計算豫備表



拱頂點に於ける鐵筋斷面積

$$= 4 \times \left(2.30 - \frac{5}{8} \times \frac{3}{8} \right) = 8.264 \text{ 平方吋}$$

吋(肋拱一個に付き)

起拱點及其前後に於ける鐵筋斷面積

$$= 4 \times \left(3.00 - \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \right) = 10.50 \text{ 平方吋}$$

吋(肋拱一個に付き)

$$\left. \begin{matrix} f_c \\ f_c' \end{matrix} \right\} = \frac{T}{bh} \left\{ \frac{1}{1+np} \pm \frac{6hc}{h^2+12npa^2} \right\} = \frac{T}{bh} \{ C_1 \pm C_2 \}$$

$$= \frac{T}{bh} C \quad \text{or} \quad \frac{T}{bh} C'$$

區劃點	鋼肋材の斷面積 (平方吋)	拱環厚 (h) (吋)	bh (平方吋)	$\frac{p}{(鐵筋比)}$ (但し拱肋間隔 2'-3")	np	h ² (吋 ²)	a ² (吋 ²)
拱頂點	8.264	3.00	972.0	0.0085	0.1275	9.0000	1.4884
5	8.264	3.15	1,020.6	0.0081	0.1215	9.9225	1.6770
9	10.500	3.92	1,270.1	0.0083	0.1245	15.3664	2.8392
10	10.500	4.96	1,607.0	0.0065	0.0975	24.6016	4.8400
起拱點	10.500	7.50	2,430.0	0.00432	0.0648	56.2500	12.0409

區劃點	12np	12npa ²	h ² +12npa ²	6h	c ₁	c ₂
拱頂點	1.530	2.2773	11.2773	18.000	0.887	1.597
5	1.458	2.4451	12.3676	18.900	0.892	1.529
9	1.494	4.2418	19.6082	23.520	0.890	1.199
10	1.170	5.6628	30.2644	29.760	0.911	0.982
起拱點	0.778	9.3678	65.6178	45.000	0.939	0.685

(h₂) 各種の荷重法に對

+符號は應壓力を示す

加重法	區劃點	$\frac{T}{bh}$ (#/□%)	e (呎)	e_2	e_2e
靜荷重	拱頂點	249	- 0.118	1.597	- 0.188
	5	239	+ 0.062	1.529	+ 0.095
	9	205	- 0.112	1.199	- 0.134
	10	170	- 0.014	0.982	- 0.014
	起拱點	134	- 0.730	0.685	- 0.500
總荷重	拱頂點	383	- 0.005	1.597	- 0.008
	5	368	+ 0.049	1.529	+ 0.075
	9	314	- 0.231	1.199	- 0.277
	10	258	+ 0.144	0.982	+ 0.141
	起拱點	195	- 0.060	0.685	- 0.041
靜分荷一及動中荷重三	拱頂點	334	+ 0.182	1.597	+ 0.291
	5	322	+ 0.003	1.529	+ 0.005
	9	272	- 0.333	1.199	- 0.399
	10	221	+ 0.356	0.982	+ 0.350
	起拱點	166	+ 0.361	0.685	+ 0.247
半荷重	拱頂點	316	- 0.049	1.597	- 0.078
	5	304	+ 0.482	1.529	+ 0.737
	9	263	- 0.278	1.199	- 0.333
	10	220	- 0.571	0.982	- 0.561
	起拱點	172	- 1.305	0.685	- 0.894
	5'	304	- 0.372	1.529	- 0.569
	9'	255	- 0.087	1.199	- 0.104
	10'	208	+ 0.771	0.982	+ 0.757
	起拱點	157	+ 0.725	0.685	+ 0.497
溫氏度增加三化十華度	拱頂點	24.1	- 3.824	1.597	- 6.107
	5	22.7	- 2.264	1.529	- 3.462
	9	17.0	+ 4.994	1.199	+ 5.988
	10	12.1	+ 13.093	0.982	+ 12.857
	起拱點	7.3	+ 21.321	0.685	+ 14.605

する緣維應力計算表

-符號は應壓力を示す

e_1	c 上緣維に對する應力係數	c' 下緣維に對する應力係數	$(\frac{f_c}{\square})$	$(\frac{f'_c}{\square})$
0.887	+ 0.699	+ 1.075	+ 174	+ 268
0.892	+ 0.987	+ 0.797	+ 236	+ 190
0.890	+ 0.756	+ 1.024	+ 155	+ 210
0.911	+ 0.897	+ 0.925	+ 152	+ 157
0.939	+ 0.439	+ 1.439	+ 59	+ 193
0.887	+ 0.879	+ 0.895	+ 337	+ 343
0.892	+ 0.967	+ 0.817	+ 356	+ 301
0.890	+ 0.613	+ 1.167	+ 192	+ 366
0.911	+ 1.052	+ 0.770	+ 271	+ 199
0.939	+ 0.898	+ 0.980	+ 175	+ 191
0.887	+ 1.178	+ 0.596	+ 393	+ 199
0.892	+ 0.897	+ 0.887	+ 289	+ 286
0.890	+ 0.491	+ 1.289	+ 134	+ 351
0.911	+ 1.261	+ 0.561	+ 279	+ 124
0.939	+ 1.186	+ 0.692	+ 197	+ 115
0.887	+ 0.809	+ 0.965	+ 256	+ 305
0.892	+ 1.629	+ 0.155	+ 495	+ 47
0.890	+ 0.557	+ 1.223	+ 146	+ 322
0.911	+ 0.350	+ 1.472	+ 77	+ 324
0.939	+ 0.045	+ 1.833	+ 8	+ 315
0.892	+ 0.323	+ 1.461	+ 98	+ 444
0.890	+ 0.786	+ 0.994	+ 200	+ 253
0.911	+ 1.668	+ 0.154	+ 347	+ 32
0.939	+ 1.436	+ 0.442	+ 225	+ 69
0.887	- 5.220	+ 6.994	- 126	+ 169
0.892	- 2.570	+ 4.354	- 58	+ 99
0.890	+ 6.878	- 5.098	+ 117	- 87
0.911	+ 13.768	- 11.946	+ 167	- 145
0.939	+ 15.544	- 13.666	+ 113	- 100

(h₃) 温差應力を加除せる縁維應力計算表

+符號は應圧力を示す -符號は應張力を示す

(單位は毎平方時に付き封度とす)

區劃點	靜荷重と溫度昇騰		靜荷重と溫度降下		總荷重と溫度昇騰		總荷重と溫度降下	
	拱外縁維	拱内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維
拱頂點	+ 48	+ 437	+ 300	+ 99	+ 211	+ 512	+ 463	+ 174
5	+ 178	+ 239	+ 294	+ 91	+ 298	+ 400	+ 414	+ 202
9	+ 272	+ 123	+ 38	+ 297	+ 309	+ 279	+ 75	+ 453
10	+ 319	+ 12	- 15	+ 302	+ 438	+ 54	+ 104	+ 344
起拱點	+ 172	+ 93	- 54	+ 293	+ 288	+ 91	+ 62	+ 291

區劃點	全徑間上靜荷重と中央荷重並に				全徑間上靜荷重と左半徑間上動荷重並に			
	溫度昇騰		溫度降下		溫度昇騰		溫度降下	
	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維
拱頂點	+ 267	+ 368	+ 519	+ 30	+ 130	+ 474	+ 382	+ 136
5	+ 231	+ 385	+ 347	+ 187	+ 437	+ 146	+ 553	- 52
9	+ 251	+ 264	+ 17	+ 438	+ 263	+ 235	+ 29	+ 409
10	+ 446	- 21	+ 112	+ 269	+ 244	+ 179	(-1,633) - 90	(+486) + 469
起拱點	+ 310	+ 15	+ 84	+ 215	+ 121	+ 215	(-2,633) - 105	(+455) + 415
5'					+ 40	+ 543	+ 156	+ 345
9'					+ 317	+ 166	+ 83	+ 340
10'					(+540) + 514	(-2,230) - 113	+ 180	+ 177
起拱點					+ 338	- 31	+ 112	+ 169

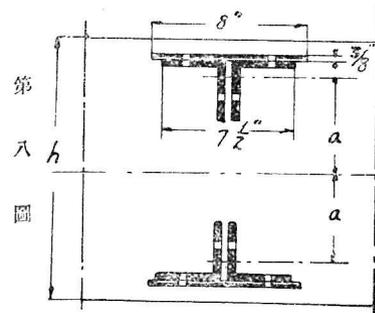
(h₄) 拱環各部に於ける最大並に最小應力(#/〇'')

區劃點	靜荷重若くは靜動荷重より生ず可き最大應力		荷重と温差との兩者より生ず可き最大應力		荷重と温差との兩者より生ず可き最小應力	
	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維
拱頂點	+ 391	+ 343	+ 519	+ 512	+ 48	+ 30
5	+ 495	+ 444	+ 553	+ 543	+ 40	- 52
9	+ 201	+ 366	+ 317	+ 453	+ 17	+ 123
10	+ 347	+ 324	(+540) + 514	(+486) + 469	(-1,633) - 90	(-2,230) - 113
起拱點	+ 225	+ 315	+ 338	(+455) + 415	(-2,633) - 105	- 31

(注意) 無せり字はた中混る括弧内のに抗應力入度を示

(ホ) 動荷重「クーパー」氏 E₃₀ に對し拱環内應力の算定をなすこと次の如し

(a) $\frac{ds}{l}$ の比が定數なる様拱環區劃計算表



拱頂點乃至區劃6に於ける鐵筋斷面積
 $A=13.325$ 平方吋(肋拱一個に付き)
 或は 0.0412 平方呎 每呎
 區劃點6乃至起拱點に於ける鐵筋斷面積
 $A=15.375$ 平方吋(肋拱一個に付き)
 或は 0.0474 平方呎(每呎)
 a は變數
 肋拱間距離 2' 3"

區劃點	豫備計算の爲め拱軸に沿ひ等距離に區劃せる時						$I = I_c + 14 I_s$ (呎 ⁴)
	I_c (每呎)		I_s (肋拱一個に付き)				
	拱環厚 h (呎)	h^3 (呎 ³)	$I_c = \frac{bh^3}{12}$ (呎 ⁴)	a (呎)	a^2 (呎 ²)	$14 I_s$ (呎 ⁴)	
1	3.00	27.0000	2.250	1.22	1.4884	0.8585	3.1085
2	3.04	28.0945	2.3412	1.24	1.5376	0.8869	3.2281
3	3.13	30.6613	2.5554	1.29	1.6641	0.9599	3.5153
4	3.23	33.6983	2.8082	1.34	1.7956	1.0357	3.8439
5	3.35	37.5954	3.1330	1.40	1.9600	1.1305	4.2635
6	3.50	42.8750	3.5729	1.47	2.1609	1.2164	4.8193
7	3.70	50.6530	4.2211	1.57	2.4649	1.6357	5.8568
8	4.00	64.0000	5.3333	1.72	2.9584	1.9632	7.2965
9	4.48	89.9154	7.4930	1.96	3.8416	2.5493	10.0423
10	5.30	148.8770	12.4064	2.37	5.6169	3.7274	16.1338
11	7.50	421.8750	35.1563	3.47	12.0409	7.9903	43.1466

$\frac{ds}{I}$ なる比が定数なる様拱環を貳拾個に區劃せる時

區劃番號	ds (呎)	h (呎)	h^3 (呎 ³)	$\frac{bh^3}{12} = I_c$ (呎 ⁴)	a (呎)	a^2 (呎 ²)	$14I_s$ (呎 ⁴)	$I = I_c + 14I_s$ (呎 ⁴)	$\frac{ds}{I}$
1	4.09	3.01	27.2709	2.2726	1.23	1.5129	0.8726	3.1452	1.300
2	4.20	3.04	28.0945	2.3412	1.24	1.5376	0.8869	3.2281	1.301
3	4.41	3.09	29.5036	2.4586	1.27	1.6129	0.9303	3.3889	1.301
4	4.65	3.15	31.2559	2.6047	1.30	1.6900	0.9748	3.5795	1.299
5	4.95	3.22	33.3862	2.7822	1.33	1.7689	1.0203	3.8025	1.300
6	5.40	3.32	36.5944	3.0495	1.38	1.9044	1.0985	4.1480	1.302
7	5.98	3.44	40.7076	3.3923	1.44	2.0736	1.1961	4.5884	1.303
8	6.90	3.62	47.4379	3.9532	1.53	2.3409	1.3502	5.3034	1.301
9	8.97	3.92	60.2363	5.0197	1.68	2.8224	1.8729	6.8926	1.301
10	17.42	4.96	122.0239	10.1687	2.20	4.8400	3.2118	13.3805	1.302
	66.97							平均 1.301	

(b) 拱軸點の座標

區劃點號	x (呎)	x^2 (呎)	y (呎)	y^2 (呎)	$2y$ (呎)
1	2.01	4.0401	0.01	0.0001	0.02
2	6.15	37.8225	0.15	0.0225	0.30
3	10.43	108.7849	0.46	0.2116	0.92
4	14.95	223.5025	0.94	0.8836	1.88
5	19.72	388.8784	1.64	2.6896	3.28
6	24.80	615.0400	2.60	6.7600	5.20
7	30.36	921.7296	3.93	15.4449	7.86
8	36.52	1,333.7104	5.74	32.9476	11.48
9	44.00	1,936.0000	8.48	71.9104	16.96
10	55.60	3,091.3600	14.78	218.4484	29.56
Σ	244.54	8,660.8684	38.73	349.3187	77.46

(c) 荷重の算出表

區劃點號	靜荷重		動荷重		總荷重		累計荷重	
	(150#) 單位	封度	(150#) 單位	封度	(150#) 單位	封度	(150#) 單位	封度
1	21.16	3,174	17.86	2,679	39.02	5,853	39.02	5,853
2	22.52	3,378	18.52	2,778	41.04	6,156	80.06	12,009
3	24.52	3,678	19.23	2,885	43.75	6,563	123.81	18,572
4	27.77	4,166	20.33	3,050	48.10	7,216	171.91	25,788
5	32.18	4,827	21.52	3,228	53.70	8,055	225.61	33,843
6	39.28	5,892	23.45	3,518	62.73	9,410	288.34	43,253
7	49.22	7,383	25.48	3,822	74.70	11,205	363.04	54,458
8	65.44	9,816	28.91	4,337	94.35	14,153	457.39	68,611
9	101.27	15,191	36.26	5,439	137.53	20,630	594.92	89,241
10	261.15	39,173	63.45	9,518	324.60	48,691	919.52	137,932
Σ	644.51	96,678	275.01	41,254	919.52	137,932		

(d) 力率腕長算定表

區劃點號	x (呎)	起拱點 にて	(10)號 點にて	(9)號 點にて	(8)號 點にて	(7)號 點にて	(6)號 點にて	(5)號 點にて	(4)號 點にて	(3)號 點にて	(2)號 點にて
1	2.01	60.49	53.59	41.99	34.51	28.35	22.79	17.71	12.94	8.42	4.14
2	6.15	56.35	49.45	37.85	30.37	24.21	18.65	13.57	8.80	4.28	
3	10.43	52.07	45.17	33.57	26.09	19.93	14.37	9.29	4.52		
4	14.95	47.55	40.65	29.05	21.57	15.41	9.85	4.77			
5	19.07	43.43	36.53	24.93	17.45	11.29	5.73	0.65			
5	19.72	42.78	35.88	24.28	16.80	10.64	5.08				
6	24.80	37.70	30.80	19.20	11.72	5.56					
7	30.36	32.14	25.24	13.64	6.16						
8	36.52	25.98	19.08	7.48							
9	44.00	18.50	11.60								
10	55.60	6.90									
起拱點	62.50										

(e₁) 静荷重のみより起る彎曲率表

〔重量及び力率の單位は凡て鐵筋混凝土一立方呎(150#)とす〕

區番 割點號	静荷重 單位 (150#)	起拱點 にて	(10)號 點にて	(9)號 點にて	(8)號 點にて	(7)號 點にて	(6)號 點にて	(5)號 點にて	(4)號 點にて	(3)號 點にて	(2)號 點にて
1	21.16	1,280.0	1,134.0	888.5	730.2	599.9	482.2	374.7	273.8	178.2	87.6
2	22.52	1,269.0	1,113.6	852.4	683.9	545.2	420.0	305.6	198.2	96.4	
3	24.52	1,276.8	1,107.6	823.1	639.7	488.7	352.4	227.8	110.8		
4	27.77	1,320.5	1,128.9	806.7	599.0	427.9	273.5	132.5			
5	32.18	1,376.7	1,154.6	781.3	540.6	342.4	163.2				
6	39.28	1,480.9	1,209.8	754.2	460.4	218.4					
7	49.22	1,581.9	1,242.3	671.4	303.2						
8	65.44	1,700.1	1,248.6	489.5							
9	101.27	1,873.5	1,174.7								
10	261.15	1,801.9									
Σ		14,961.3	10,514.1	3,957.0	1,691.3	582.8	1,040.6	274.6			87.6
			6,067.1	2,622.5							

(e₂) 動荷重のみより起る彎曲力率表

〔重量及び力率の單位は凡て鐵筋混凝土一立方呎(150#)とす〕

區番 割點號	動荷重 單位 (150#)	起拱點 にて	(10)號 點にて	(9)號 點にて	(8)號 點にて	(7)號 點にて	(6)號 點にて	(5)號 點にて	(4)號 點にて	(3)號 點にて	(2)號 點にて
1	17.86	1,080.4	957.1	749.9	616.3	506.3	407.0	316.3	231.1	150.4	73.9
2	18.52	1,043.6	915.8	701.0	562.5	448.4	345.4	251.3	163.0	79.3	
3	19.23	1,001.3	868.6	645.6	501.7	383.3	276.3	178.6	86.9		
4	20.33	966.7	826.4	590.6	438.5	313.3	200.3	97.0			
5	21.52	920.6	772.1	522.5	361.5	229.0	109.1				
6	23.45	884.1	722.3	450.2	274.8	130.4					
7	25.48	818.9	643.1	347.5	157.0						
8	28.91	751.1	551.6	216.2							
9	36.26	670.8	420.6								
10	63.45	437.8									
Σ		8,575.3	4,223.5	2,010.7	843.2	229.7	481.0				73.9
			6,677.6	2,912.3	1,338.1						

(e₃) 拱徑間の中央三分の一區間上加へたる等布動荷重に因り起る彎曲力率表

〔重量及び力率の單位は凡て鐵筋混凝土一立方呎(150#)とす〕

區番 割點號	動荷重 單位 (150#)	起拱點 にて	(10)號 點にて	(9)號 點にて	(8)號 點にて	(7)號 點にて	(6)號 點にて	(5)號 點にて	(4)號 點にて	(3)號 點にて	(2)號 點にて
1	17.86	1,080.4	957.1	749.9	616.3	506.3	407.0	316.3	231.1	150.4	73.9
2	18.52	1,043.6	915.8	701.0	562.5	448.4	345.4	251.3	163.0	79.3	
3	19.23	1,001.3	868.6	645.6	501.7	383.3	276.3	178.6	86.9		
4	20.33	966.7	826.4	590.6	438.5	313.3	200.3	97.0			
5	15.80	636.2	577.2	393.9	275.7	178.4	90.5	10.3			
6	0	0	0	0	0	0					
7	0	0	0	0	0						
8	0	0	0	0							
9	0	0	0								
10	0	0									
Σ		4,778.2	4,145.1	3,081.0	2,394.7	1,829.7	1,319.5	853.5	481.0	229.7	73.9

(f) 拱頂點に働く H_0 ,

(力率の單位は鉄筋混凝)

區劃點 番號	x 呎	y 呎	靜荷重のみの場合		動荷重のみの場合	
			m_L 或 m_R	$(m_L+m_R)y$	m_L 或 m_R	$(m_L+m_R)y$
1	2.01	0.01	0	0	0	0
2	6.15	0.15	87.6	26.3	73.9	22.2
3	10.43	0.46	274.6	252.6	229.7	211.3
4	14.95	0.94	582.8	1,095.7	481.0	904.3
5	19.72	1.64	1,040.6	3,413.2	843.2	2,765.7
6	24.80	2.60	1,691.3	8,794.8	1,338.1	6,958.1
7	30.36	3.93	2,622.5	20,612.9	2,010.7	15,804.1
8	36.52	5.74	3,957.0	45,426.4	2,912.3	33,433.2
9	44.00	8.48	6,067.1	102,898.0	4,223.5	71,630.6
10	55.60	14.78	10,514.1	310,796.8	6,677.6	197,389.9
Σ			26,837.6	493,316.7	18,790.0	329,119.4
Σm			53,675.2		37,580.0	
起拱點			14,961.3		8,575.3	

拱頂點に働く H_0, V_0 及 M_0 の算定

$$2 \left[(\Sigma y)^2 - n \Sigma y^2 \right] = 2 \times \left[(38.73)^2 - 10 \times 349.3187 \right] = -3,986.348$$

(I) 徑間上に靜荷重のみを加へたる場合に於ける H_0, M_0 , 及 e_0

$$H_0 = \frac{n \Sigma m y - \Sigma m \Sigma y}{2 \left[(\Sigma y)^2 - n \Sigma y^2 \right]} = \frac{10 \times (-493,316.7) - (-53,675.2 \times 38.73)}{-3,986.348} = 716. \text{ 混凝土一立方呎に付き } = 107,400. \text{ 封度}$$

$$M_0 = -\frac{\Sigma m + 2H_0 \Sigma y}{2n} = -\frac{-53,675.2 + 2 \times 716 \times 38.73}{20} = -89.31 = -13,397. \text{ 呎封度}$$

$$e_0 = \frac{M_0}{H_0} = \frac{-13,397.}{107,400.} = -0.1247 \text{ 呎}$$

V_0 及 M_0 計算準備表

土一立方呎 (150*) とす

拱徑間の中央三分の一區間上に動荷重を, 全徑間上に靜荷重を有する場合		拱の左半徑間上に總荷重(靜動)を, 右半徑間上に靜荷重を加へたる場合			
m_L 或 m_R	$(m_L+m_R)y$	m_L	m_R	$(m_L+m_R)y$	$(m_R-m_L)x$
0	0	0	0	0	0
161.5	48.5	161.5	87.6	37.4	454.5
504.3	464.0	504.3	274.6	358.3	2,395.8
1,063.8	1,999.9	1,063.8	582.8	1,547.8	7,191.0
1,894.1	6,212.6	1,883.8	1,040.6	4,796.0	16,627.9
3,010.8	15,656.2	3,029.4	1,691.3	12,273.8	33,184.9
4,452.2	34,994.3	4,633.2	2,622.5	28,514.9	61,044.9
6,351.7	72,917.5	6,869.3	3,957.0	62,143.0	106,357.2
9,148.1	155,151.8	10,290.6	6,067.1	133,713.3	185,834.0
14,659.2	433,326.0	17,191.7	10,514.1	409,491.7	371,274.6
41,245.7	720,770.8	45,627.6	26,837.6	657,876.2	784,364.8
82,491.4		- 72,465.2			
19,739.5		23,536.6	14,961.3		

(II) 徑間上に靜荷重と動荷重とを加へたる場合に於ける H_0, M_0 , 及 e_0

$$H_0 = \frac{(10 \times -822,436.1) - (-91,255.2 \times 38.73)}{3,986.348} = 1,177 \text{ 混凝土一立方呎に付き } = 176,550 \text{ 封度}$$

$$M_0 = -\frac{-91,255.2 + 2 \times 1,177 \times 38.73}{20} = 4.24 = 636 \text{ 呎封度}$$

$$e_0 = \frac{636}{176,550.} = +0.0036 \text{ 呎}$$

(III) 拱の全徑間上に靜荷重と中央三分の一區間上に動荷重とを加へたる場合に於ける H_0, M_0 及び e_0

$$H_0 = \frac{10 \times (-720,770.8) - (-82,491.2 \times 38.73)}{-3,986.348} = 1,006.6 \text{ 混凝土一立方呎に付き } = 150,990. \text{ 封度}$$

$$M_o = \frac{82,491.4 - 2 \times 1,006.6 \times 38.73}{20} = 226. \text{ 混凝土一立方呎に付} = 33,900 \text{ 呎封度}$$

$$e_o = \frac{226}{1,006.6} = 0.2245 \text{ 呎}$$

(IV) 拱の左半徑間上に總荷重(靜動)を、右半徑間上に靜荷重のみを加へたる場合に於ける H_o , M_o , V_o 及び e_o

$$H_o = \frac{10 \times (-657,876.2) - (-72,465.2 \times 38.73)}{-3,986.348} = 946. \text{ 混凝土一立方呎に付き}$$

$$= 141,900 \text{ 呎封度}$$

$$M_o = \frac{-72,465.2 + 2 \times 946 \times 38.73}{2 \times 10} = -40.60 = -6,090 \text{ 呎封度}$$

$$e_o = \frac{-6,090}{141,900} = -0.043 \text{ 呎}$$

$$V_o = \frac{\Sigma(m_n - m_n)x}{2 \Sigma x^2} = \frac{784,364.8}{2 \times 8,660.9} = 45.3 = 6,795. \text{ 封度}$$

(V) 温度の變化より起る H_o , M_o 及び e_o

$$H_o = \frac{EI}{ds} \frac{CI \pi}{2 [n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}$$

$$\text{茲に } E = 288,000,000 \text{ 毎平方呎封度} \quad \frac{I}{ds} = \frac{1}{1.301} = 0.769$$

$$C = 0.0000055 \text{ 華氏一度に付き} \quad t = \pm 30^\circ \text{ 華氏} \quad L = 125' \ 0''$$

$$n = 10 \text{ (半徑間の區割數)}$$

$$2 [n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2] = 3,986.348$$

$$H_o = \frac{288,000,000 \times 0.769 \times 0.0000055 \times 30 \times 125 \times 10}{3,986.348} = 11,459 \text{ 封度}$$

(76.4 混凝土一立方呎に付き)

$$M_o = -\frac{H_o \Sigma y}{n} = -\frac{11,459 \times 38.73}{10} = -44,381. \text{ 呎封度}$$

(-296 混凝土一立方呎に付き)

$$e_o = \frac{M_o}{H_o} = \frac{-44,381}{11,459} = -3.873 \text{ 呎}$$

計算結果表 (E₄₀)

加重法	靜荷重の場合	總荷重を加へたる場合	全徑間上に靜荷重を加へたる場合	全徑間上に靜荷重を加へたる場合	温度の變化ある場合 (±30°華氏)
H_o {拱頂點に働く水平推力(封度)}	107,400	176,550	150,990	141,900	11,459
V_o {拱頂點に働く垂直剪力(封度)}	0	0	0	6,795	0
M_o {拱頂點に起る彎曲率(呎封度)}	- 13,397	+ 636	+ 33,900	- 6,090	- 44,381
e_o { H_o 中軸線より偏りて働く距離(呎)}	- 0.1247	+ 0.0036	+ 0.2245	- 0.043	- 3.873

(g) 計算上よび壓

$$M = M_0 \pm V_0 x + H_0 y + m$$

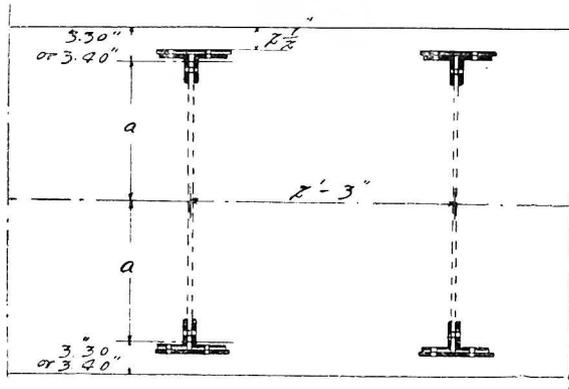
加重法	區劃點	x	y	$\frac{M_0}{H_0}$ $\frac{V_0}{V_0}$	m_L 又は m_R	$V_0 x$		
(I) 靜荷重	拱頂點	0	0	單位 = 立方呎 (混凝土) $H_0 = 716$ $M_0 = -89.3$ $V_0 = 0$	0	0		
	5	19.72	1.64				- 1,040.6	
	9	44.00	8.48				- 6,067.1	
	10	55.60	14.78				- 10,514.1	
	起拱點	62.50	20.00				- 14,961.3	
(II) 總荷重	拱頂點	0	0	$H_0 = 1,177$ $M_0 = +4.2$ $V_0 = 0$	0	0		
	5	19.72	1.64				- 1,883.8	
	9	44.00	8.48				- 10,290.6	
	10	55.60	14.78				- 17,191.7	
	起拱點	62.50	20.00				- 23,536.6	
(III) 三分の二及動中央重	拱頂點	0	0	$H_0 = 1,007$ $M_0 = +226$ $V_0 = 0$	0	0		
	5	19.72	1.64				- 1,894.1	
	9	44.00	8.48				- 9,148.1	
	10	55.60	14.78				- 14,659.2	
	起拱點	62.50	20.00				- 19,739.5	
(IV) 半荷重	拱頂點	0	0	$H_0 = 946$ $M_0 = -40.6$ $V_0 = 45.3$	0	0		
	5	19.72	1.64				- 1,883.8	893.3
	9	44.00	8.48				- 10,290.6	1,993.2
	10	55.60	14.78				- 17,191.7	2,518.7
	起拱點	62.50	20.00				- 23,536.6	2,831.3
	5'	19.72	1.64				- 1,040.6	893.3
	9'	44.00	8.48				- 6,067.1	1,993.2
	10'	55.60	14.78				- 10,514.1	2,518.7
	起拱點	62.50	20.00				- 14,961.3	2,831.3
		區劃點	y				θ	
(V) 溫度の變化	拱頂點	0	0	$H_0 = 76.4$ $M_0 = -296$ $V = 0$	1.0000	0		
	5	1.64	9° 29' 2"				0.98633	0.16477
	9	8.48	23° 14' 42"				0.91883	0.39466
	10	14.78	33° 43' 48"				0.33166	0.55528
	起拱點	20.00	40° 39' 36"				0.75859	0.65157

力線を定むる方法

$H_0 y$	M 單位 = (150呎 呎度)	推力 T 單位 = (150#)	剪力 S 單位 = (150#)	偏倚 e (呎)
0	- 89.3	716	0	- 0.125
1,174.2	+ 44.3	724	25	+ 0.061
6,071.7	- 84.7	771	4	- 0.110
10,582.5	- 20.9	809	2	- 0.026
14,320.0	- 730.6	965	22	- 0.757
0	+ 4.2	1,177	0	+ 0.0036
1,930.3	+ 50.7	1,194	24	+ 0.042
9,981.0	- 305.4	1,267	42	- 0.241
17,396.1	+ 208.6	1,315	158	+ 0.159
23,540.0	+ 7.6	1,495	71	+ 0.005
0	+ 226	1,007	0	+ 0.224
1,651.5	- 16.6	1,016	4	- 0.016
8,539.4	- 382.7	1,105	72	- 0.346
14,883.5	+ 450.3	1,164	64	+ 0.387
20,140.0	+ 626.5	1,240	94	+ 0.505
0	- 40.6	946	45.3	- 0.043
1,551.4	+ 520.3	957	29	+ 0.544
8,022.1	- 315.9	1,035	7	- 0.305
13,981.9	- 731.7	1,098	68	- 0.666
18,920.0	- 1,825.9	1,290	47	- 1.415
1,551.4	- 423.1	959	19	- 0.441
8,022.1	- 78.8	1,002	48	- 0.079
13,981.9	+ 908.5	1,026	68	+ 0.885
18,920.0	+ 1,086.8	1,169	96	+ 0.930
$H_0 y$	M 單位 = (150呎#)	推力 T 單位 = (150#)	剪力 S 單位 = (150#)	偏倚 e (呎)
0	- 296.0	76.4	0	- 3.874
125.3	- 170.7	75.4	12.6	- 2.264
647.9	+ 351.9	70.2	30.2	+ 5.013
1,129.2	+ 833.2	63.5	42.4	+ 13.121
1,528.0	+ 1,232.0	58.0	49.8	+ 21.241

(h₁) 混凝土縁維應力の計算豫備表

第九圖



拱頂點に於ける鐵筋斷面積

$$= 4 \times \left(2.30 - \frac{5}{8} \times \frac{3}{8} \right) + 2$$

$$\times \left(8 \times \frac{3}{8} - 2 \times \frac{5}{8} \times \frac{3}{8} \right)$$

= 13.325 平方吋 (肋拱一個に付き)

起拱點及其前後に於ける

鐵筋斷面積

$$= 4 \times \left(3.0 - \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \right) + 2$$

$$\times \left(8 \times \frac{3}{8} - 2 \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{8} \right)$$

= 15.375 平方吋 (肋拱一個に付き)

區劃點	$12np$	$12npa^2$	$h^2 + 12npa^2$	$6h$	e_1	e_2
拱頂點	2.466	3.701	12.701	18.000	0.830	1.417
5	2.286	4.106	14.539	19.38	0.840	1.333
9	2.178	6.162	21.607	23.58	0.846	1.091
10	1.728	8.303	32.806	29.70	0.874	0.905
起拱點	1.134	13.631	69.881	45.00	0.914	0.644

$$e_1 = \frac{1}{1+np} \quad e_2 = \frac{6h}{h^2 + 12npa^2}$$

區劃點	鋼肋材の斷面積 (平方吋)	拱環厚 (h) (呎)	bh (平方吋)	$\frac{p}{2' - 3''}$ (鐵筋比)	np	h ² (呎 ²)	a ² (呎 ²)
拱頂點	13.325	3.00	972	0.0137	0.2055	9.00	1.501
5	13.325	3.23	1,047	0.0127	0.1905	10.4329	1.796
9	15.375	3.93	1,273	0.0121	0.1815	15.4449	2.829
10	15.375	4.95	1,604	0.0096	0.1440	24.5025	4.805
起拱點	15.375	7.50	2,430	0.0063	0.0915	56.2500	12.020

(h₂) 各種の荷重法に對

+符號は應壓力を示す

加重法	區劃點	$\frac{T}{bh}$ (#/□")	(%)	c_2	c_{2e}		
靜荷重	拱頂點	249	-	0.125	1.417	-	0.177
	5	233	+	0.061	1.333	+	0.081
	9	204	-	0.110	1.091	-	0.120
	10	170	-	0.026	0.905	-	0.024
	起拱點	134	-	0.757	0.644	-	0.488
總荷重	拱頂點	409	+	0.0036	1.417	+	0.005
	5	385	+	0.042	1.333	+	0.056
	9	336	-	0.241	1.091	-	0.263
	10	277	+	0.159	0.905	+	0.144
	起拱點	208	+	0.005	0.644	+	0.003
靜分荷重及動荷重中央三	拱頂點	350	+	0.224	1.417	+	0.317
	5	328	-	0.016	1.333	-	0.021
	9	293	-	0.346	1.091	-	0.377
	10	245	+	0.387	0.905	+	0.350
	起拱點	172	+	0.505	0.644	+	0.325
半荷重	拱頂點	328	-	0.043	1.417	-	0.061
	5	309	+	0.544	1.333	+	0.725
	9	274	-	0.305	1.091	-	0.333
	10	231	-	0.666	0.905	-	0.603
	起拱點	179	-	1.415	0.644	-	0.911
	5'	309	-	0.441	1.333	-	0.588
	9'	266	-	0.079	1.091	-	0.086
	10'	216	+	0.885	0.905	+	0.801
	起拱點	162	+	0.930	0.644	+	0.599
	溫氏度增加變化十華度	拱頂點	26.5	-	3.874	1.417	-
5		24.3	-	2.264	1.333	-	3.018
9		18.6	+	5.013	1.091	+	5.469
10		13.4	+	13.121	0.905	+	11.875
起拱點		8.1	+	21.241	0.644	+	13.679

する縁維應力計算表

-符號は應張力を示す

c_1	上縁維に對する應力係數	下縁維に對する應力係數	f_c (#/□")	f'_c (#/□")
0.830	+ 0.653	+ 1.007	+ 163	+ 251
0.840	+ 0.921	+ 0.759	+ 215	+ 177
0.846	+ 0.726	+ 0.966	+ 148	+ 197
0.874	+ 0.850	+ 0.898	+ 145	+ 153
0.914	+ 0.426	+ 1.402	+ 57	+ 188
0.830	+ 0.835	+ 0.825	+ 342	+ 337
0.840	+ 0.896	+ 0.784	+ 345	+ 302
0.846	+ 0.583	+ 1.109	+ 196	+ 373
0.874	+ 1.018	+ 0.730	+ 282	+ 202
0.914	+ 0.917	+ 0.911	+ 191	+ 189
0.830	+ 1.147	+ 0.513	+ 401	+ 180
0.840	+ 0.819	+ 0.861	+ 269	+ 282
0.846	+ 0.469	+ 1.223	+ 137	+ 358
0.874	+ 1.224	+ 0.524	+ 300	+ 128
0.914	+ 1.239	+ 0.589	+ 213	+ 101
0.830	+ 0.769	+ 0.891	+ 252	+ 292
0.840	+ 1.565	+ 0.115	+ 484	+ 36
0.846	+ 0.513	+ 1.179	+ 141	+ 323
0.874	+ 0.271	+ 1.477	+ 63	+ 341
0.914	+ 0.003	+ 1.825	+ 1	+ 327
0.840	+ 0.252	+ 1.428	+ 78	+ 441
0.846	+ 0.760	+ 0.932	+ 202	+ 248
0.874	+ 1.675	+ 0.073	+ 362	+ 16
0.914	+ 1.513	+ 0.315	+ 245	+ 51
0.830	- 4.659	+ 6.319	- 123	+ 167
0.840	- 2.178	+ 3.858	- 53	+ 94
0.846	+ 6.315	- 4.623	+ 117	- 86
0.874	+ 12.749	- 11.001	+ 171	- 147
0.914	+ 14.593	- 12.765	+ 117	- 103

(h₃) 温差應力を加除せる縁維應力の計算表

+符號は應壓力を示す -符號は應張力を示す

(單位は毎平方時に付き封度とす)

區劃點	靜荷重と溫度昇騰		靜荷重と溫度降下		總荷重と溫度昇騰		總荷重と溫度降下	
	拱外縁維	拱内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維
拱頂點	+ 40	+ 418	+ 286	+ 84	+ 219	+ 504	+ 465	+ 170
5	+ 162	+ 271	+ 268	+ 83	+ 292	+ 396	+ 393	+ 208
9	+ 265	+ 111	+ 31	+ 283	+ 313	+ 287	+ 79	+ 459
10	+ 316	+ 6	- 26	+ 300	+ 453	+ 55	+ 111	+ 349
起拱點	+ 174	+ 85	- 60	+ 291	+ 308	+ 86	+ 74	+ 292

區劃點	全徑間上靜荷重と中央荷重並に				全徑間上靜荷重と左半徑間上動荷重並に			
	溫度昇騰		溫度降下		溫度昇騰		溫度降下	
	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維
拱頂點	+ 278	+ 347	+ 524	+ 13	+ 129	+ 459	+ 375	+ 125
5	+ 216	+ 376	+ 322	+ 188	+ 431	+ 130	+ 537	- 58
9	+ 254	+ 272	+ 20	+ 444	+ 258	+ 237	+ 24	+ 409
10	+ 471	- 19	+ 129	+ 275	+ 234	+ 194	(+ 2,000) - 108	(+ 506) + 488
起拱點	+ 330	- 2	+ 96	+ 205	+ 118	+ 224	(- 2,780) - 116	(+ 463) + 430
5'					+ 25	+ 535	+ 131	+ 347
9'					+ 319	+ 162	+ 35	+ 334
10'					(+ 558) + 533	(- 2,440) - 131	+ 191	+ 163
起拱點					+ 362	- 52	+ 128	+ 158

拱環各部に於ける最大並に最小應力(#/σ')

區劃點	靜荷重若くは靜動荷重より生ず可き最大應力		荷重と温差との兩者より生ず可き最大應力		荷重と温差との兩者より生ず可き最小應力	
	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維	外縁維	内縁維
拱頂點	+ 401	+ 337	+ 524	+ 504	+ 40	+ 13
5	+ 484	+ 441	+ 537	+ 535	+ 25	- 58
9	+ 202	+ 373	+ 319	+ 459	+ 20	+ 111
10	+ 362	+ 341	(+ 558) + 533	(+ 506) + 488	(- 2,000) - 108	(- 2,440) - 131
起拱點	+ 245	+ 327	(+ 463) + 363	(- 2,780) + 430	(- 2,780) - 116	- 52

(注意) 數字たるはる場合中凝合の應力に張力を入るを無視す

(7) 「モニエー」式鐵筋混凝土拱橋の設計

徑間長參十二呎以下の鐵筋混凝土拱橋は凡て「モニエー」式を採用せり其計算法次の如し

拱軸點座標と荷重表

區番點號	x	y	x ²	y ²	靜荷重(拱環・填充砂利)	換算動荷重	荷重(合計)	荷重(累計)
1	0.70	0.01	0.490	0.0001	730	900	1630	1630
2	2.12	0.10	4.494	0.0100	760	930	1690	3320
3	3.63	0.28	13.177	0.0784	860	1010	1870	5190
4	5.22	0.60	27.248	0.3600	960	1050	2010	7200
5	6.94	1.06	48.164	1.1236	1170	1160	2330	9530
6	8.85	1.75	78.323	3.0625	1480	1290	2770	12300
7	11.00	2.77	121.000	7.6729	2030	1510	3540	15840
8	14.25	4.87	203.063	23.7169	4450	2470	6920	22760
Σ	52.71	11.44	495.960	36.024	12440	10320	22760	

彎曲率計算用豫備表

(彎曲腕長の算定)

區番點號	x	起拱點にて	點 8	點 7	點 6	點 5	點 4	點 3	點 2
1	0.70	15.30	13.55	10.30	8.15	6.24	4.52	2.93	1.42
2	2.12	13.88	12.13	8.88	6.73	4.82	3.10	1.51	
3	3.63	12.37	10.62	7.37	5.22	3.31	1.59		
4	5.22	10.78	9.03	5.78	3.63	1.72			
5	6.94	9.06	7.31	4.06	1.91				
6	8.85	7.15	5.40	2.15					
7	11.00	5.00	3.25						
8	14.25	1.75							

彎曲率算定表

區番 點號	靜重荷より生ずる彎曲率(呎封度單位)								
	荷重 (封度)	起拱點 にて	點 8	點 7	點 6	點 5	點 4	點 3	點 2
1	730	11,180	9,900	7,520	5,950	4,550	3,300	2,140	1,040
2	760	10,540	9,220	6,750	5,110	3,660	2,360	1,150	
3	860	10,630	9,120	6,340	4,490	2,850	1,370		
4	960	10,350	8,670	5,520	3,490	1,650			
5	1,170	10,600	8,550	4,750	2,230				
6	1,480	10,590	7,990	3,180					
7	2,030	10,150	6,600						
8	4,450	7,780							
計		81,820	60,050	34,060	21,270	12,710	7,030	3,290	1,040
動荷重より生ずる彎曲率 (呎封度單位)									
1	900	13,770	12,200	9,260	7,340	5,620	4,070	2,640	1,280
2	930	12,910	11,300	8,260	6,260	4,480	2,880	1,410	
3	1,010	12,490	10,720	7,440	5,270	3,340	1,610		
4	1,050	11,300	9,470	6,040	3,810	1,810			
5	1,160	10,500	8,470	4,710	2,220				
6	1,290	9,220	6,960	2,770					
7	1,510	7,550	4,900						
8	2,470	4,320							
計		82,060	64,020	38,480	24,900	15,250	8,560	4,050	1,280

拱頂點に於ける H_0, V_0 及び M_0 計算準備表

區番 點號	y	靜荷重のみの場合		動荷重の	
		m_L 或 m_R	$(m_L+m_R)y$	m_L 或 m_R	
1	0.01	0	0	0	0
2	0.10	— 1,040	— 208	— 1,280	— 1,280
3	0.28	— 3,290	— 1,842	— 4,050	— 4,050
4	0.60	— 7,030	— 8,436	— 8,560	— 8,560
5	1.06	— 12,710	— 26,946	— 15,250	— 15,250
6	1.75	— 21,270	— 74,446	— 24,900	— 24,900
7	2.77	— 34,060	— 188,692	— 38,480	— 38,480
8	4.87	— 60,050	— 584,888	— 64,020	— 64,020
Σ	11.44	(-139,450)	— 885,458	— 156,540	— 156,540
Σm		— 278,900		— 313,080	— 313,080
起拱點		— 81,820		— 82,060	— 82,060

區番 點號	みの場合		拱の左半徑間に全荷重を右半徑間に靜荷重を加へたる場合			
	$(m_L+m_R)y$		m_L	m_R	$(m_L+m_R)y$	$(m_R-m_L)x$
1	0		0	0	0	0
2	— 256		— 2,320	— 1,040	— 336	2,712
3	— 2,366		— 7,340	— 3,290	— 2,975	14,710
4	— 10,272		— 15,590	— 7,030	— 13,572	44,683
5	— 32,330		— 27,960	— 12,710	— 43,111	105,835
6	— 86,950		— 46,170	— 21,270	— 117,921	220,365
7	— 213,180		— 72,540	— 34,060	— 295,282	423,280
8	— 623,554		— 124,070	— 60,050	— 896,665	912,285
Σ	— 968,808		— 295,990	— 139,450	— 1,369,862	+ 1,723,870
Σm			— 435,440			
起拱點						

(I) 静荷重のみの場合

$$2 \left[(\Sigma y)^2 - n \Sigma y \right] = 2 \times \left[(11.44)^2 - 8 \times 36.024 \right] = -314.636$$

$$H_0 = \frac{n \Sigma m y - \Sigma m \Sigma y}{2 \left[(\Sigma y)^2 - n \Sigma y \right]} = \frac{8 \times (-885,458) - (-278,900 \times 11.44)}{-314.636}$$

$$= 12,370 \text{ 封度}$$

$$M_0 = -\frac{\Sigma m + 2H_0 \Sigma y}{2n} = -\frac{-278,900 + 2 \times 12,370 \times 11.44}{16}$$

$$= -258 \text{ 呎封度}$$

$$e_0 = \frac{M_0}{H_0} = -0.0208 \text{ 呎}$$

(II) 静荷重と動荷重とを加へたる場合

$$H_0 = \frac{8 \times (-1,854,266) - (-591,980) \times 11.44}{-314.636} = 25,610 \text{ 封度}$$

$$M_0 = -\frac{-591,980 + 51,220 \times 11.44}{16} = +375 \text{ 呎封度}$$

$$e_0 = \frac{M_0}{H_0} = +0.0146 \text{ 呎}$$

(III) 拱の左半徑間上に全荷重(静動)を右半徑間上に静荷重のみを加へたる場合

$$H_0 = \frac{8 \times (-1,369,862) - (-435,440) \times 11.44}{-314.636} = 18,990 \text{ 封度}$$

$$V_0 = \frac{\Sigma(m_R - m_L)x}{2 \Sigma x^2} = \frac{1,723,870}{2 \times 495.96} = +1,738 \text{ 封度}$$

$$M_0 = -\frac{-435,440 + 37,980 \times 11.44}{16} = +59. \text{ 呎封度}$$

$$e_0 = \frac{M_0}{H_0} = +0.0031 \text{ 呎}$$

(IV) 温度の變化ある場合

$$H_0 = \frac{EI}{ds} \frac{CtLn}{2 \left[n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2 \right]} = \frac{288,000,000 \times 1.25^2 \times 0.000055 \times 30 \times 32 \times 8}{12 \times 1.4 \times 314.636}$$

$$= 4,480 \text{ 封度}$$

$$M_0 = -\frac{H_0 \Sigma y}{n} = -\frac{4,480 \times 11.44}{8} = -6,310 \text{ 呎封度}$$

$$e_0 = \frac{M_0}{H_0} = -1.41 \text{ 呎}$$

以上計算の結果を總括して掲ぐれば次の如し

加重法	静荷重のみの場合	總荷重(静動)を加へたる場合	静荷重が全徑間を覆ひ左半徑間上のみ動荷重ある場合	温度の變化ある場合(但し+30°F)
H ₀ (封度)	12,370	25,610	18,990	4,480
V ₀ (封度)	0	0	1,738	0
M ₀ (呎封度)	-258	+375	+59	-6,310
e ₀ (呎)	-0.0208	+0.0146	+0.0031	-1.41

拱環主要點に於ける彎曲率、推力、剪力及び偏倚

左半徑間の任意斷面に於ける彎曲率 } = M = M₀ ± V₀x + H₀y - M_L (或は M_R)
 右半徑間 同 上

場合	區劃點番號	M _L 又は M _R	V ₀ x	H ₀ y	彎曲率 M 呎封度	推力 T 封度	剪力 S 封度	偏倚 e 呎
I	拱頂點	0	0	0	+59	18,999	1,738	+0.0031
	4	-15,590	9,070	11,390	+4,929	19,740	1,000	+0.2600
	7	-72,540	19,120	52,570	-791	23,400	3,350	-0.0420
	8	-124,070	24,770	92,420	-6,821	27,870	4,860	-0.3590
	起拱點	-163,880	27,800	121,480	-14,541	28,240	2,000	-0.7660
	4'	-7,030	9,070	11,390	-4,651	19,670	730	-0.2450
	7'	-34,060	19,120	52,570	-551	21,350	340	-0.0290
	8'	-60,050	24,770	92,420	+7,659	23,700	380	+0.4040
II	起拱點	-81,820	27,800	121,480	+11,919	23,520	2,760	+0.6280
	拱頂點	0	0	0	-258	12,370	0	-0.0208
	4	-7,030	9,070	11,390	+132	12,840	430	+0.0107
	7	-34,060	19,120	52,570	-48	14,730	1,220	-0.0032
III	8	-60,050	24,770	92,420	-58	17,360	2,250	-0.0047
	起拱點	-81,820	27,800	121,480	+2,878	17,500	500	-0.2327
	拱頂點	0	0	0	+375	25,610	0	+0.0146
	4	-15,590	9,070	11,390	+145	26,620	1,200	+0.056
IV	7	-72,540	19,120	52,570	-1,265	30,100	1,720	-0.0486
	8	-124,070	24,770	92,420	+1,105	34,230	2,150	+0.0424
	起拱點	-163,880	27,800	121,480	+495	34,280	1,300	+0.0193
	拱頂點	0	0	0	-6,310	4,480	0	-1.4100
V	4	-7,030	9,070	11,390	-3,620	4,375	1,010	-0.8080
	7	-34,060	19,120	52,570	+6,110	3,950	2,120	+1.3620
	8	-60,050	24,770	92,420	+15,540	3,540	2,750	+3.4700
	起拱點	-81,820	27,800	121,480	+22,390	3,250	3,100	+4.9900

備考 I は拱の左半徑間上に全荷重(静動)を右半徑間上に静荷重のみを加へたる場合
 II は全徑間上に静荷重のみの場合
 III は全徑間上に静荷重と動荷重とを加へたる場合
 IV は温度の變化(30度F)ある場合

線維應力の算定

f_c = 混凝土の上縁維應力 f_c' = 混凝土の下縁維應力

$$\left\{ \begin{matrix} f_c \\ f_c' \end{matrix} \right\} = \frac{N}{bh} \left\{ \frac{1}{1+np} \pm \frac{6h}{h^2+12pa^2} - e \right\}$$

$$= \frac{N}{bh} \{ e_1 \pm e_2 e \} = \frac{N}{bh} c \text{ 或は } \frac{N}{bh} c'$$

區劃點番號	p	np	h^2	a^2	$12np$	$\frac{h+}{12na^2}$	$6h$	e_1	e_2
拱頂點	.00682	.1022	1.562	0.250	1.226	1.863	7.50	0.908	4.02
4	.00650	.0975	1.714	0.231	1.170	2.042	7.85	0.910	3.84
7	.00557	.0335	2.340	0.410	1.002	2.751	9.17	0.922	3.33
8	.00897	.1345	3.610	0.681	1.613	5.223	11.40	0.881	2.18
起拱點	.00682	.1022	6.250	1.266	1.226	7.752	15.00	0.908	1.935

+ 應壓力 - 應張力

場合	區劃點番號	$\frac{T}{bh}$ (平方吋に付封度)	c	c'	f_c (平方吋に付封度)	f_c' (平方吋に付封度)	f_c (平方吋に付封度)	f_c' (平方吋に付封度)
I	拱頂點	105.5	+ 0.920	+ .896	+ 97	+ 95		
	4	104.8	+ 1.907	- .087	+ 200	- 9		
	7	106.3	+ 0.782	+ 1.062	+ 83	+ 113		
	8	102.0	+ 0.099	+ 1.663	+ 10	+ 170		
	起拱點	78.5	- 0.574	+ 2.390	- 45	+ 188		
	4'	104.3	- 0.030	+ 1.850	- 3	+ 193		
II	7'	97.0	+ 0.825	+ 1.019	+ 80	+ 99		
	8'	86.7	+ 1.761	+ 0.001	+ 153	+ 1		
	起拱點	65.4	+ 2.126	- 0.310	+ 139	- 20		
	拱頂點	68.7	+ 0.824	+ 0.992	+ 57	+ 68		
	4	68.2	+ 1.031	+ 0.789	+ 70	+ 54		
	7	67.0	+ 0.979	+ 0.865	+ 66	+ 58		
III	8	63.5	+ 0.916	+ 0.846	+ 58	+ 54		
	起拱點	48.6	+ 0.498	+ 1.318	+ 24	+ 64		
	拱頂點	142.3	+ 0.967	+ .849	+ 138	+ 121		
	4	141.4	+ 0.932	+ .888	+ 133	+ 126		
	7	136.9	+ 0.760	+ 1.084	+ 104	+ 148		
	8	125.2	+ 0.974	+ 0.788	+ 122	+ 99		
IV	起拱點	95.2	+ 0.945	+ 0.871	+ 90	+ 83		
	拱頂點	24.9	- 4.752	+ 6.568	- 118	+ 164	+ 118	- 164
	4	23.2	- 2.190	+ 4.010	- 51	+ 93	+ 51	- 93
	7	18.0	+ 5.462	- 3.618	+ 98	- 65	- 98	+ 65
	8	12.9	+ 8.441	- 6.679	+ 119	- 87	- 119	+ 87
	起拱點	9.0	+ 10.558	- 8.742	+ 95	- 79	- 95	+ 79

温度上昇の時

温度下降の時

各種の荷重法に對する混凝土の線維應力表

(+) 應壓力 (-) 應張力

區劃點番號	拱上に静荷重のみの時温度の變化あれば		拱上に全荷重を加へたる時温度上昇せば		拱上に全荷重を加へたる時温度下降せば		左右不等荷重法の時温度上昇せば		左右不等荷重法の時温度下降せば	
	上縁維	下縁維	上縁維	下縁維	上縁維	下縁維	上縁維	下縁維	上縁維	下縁維
拱頂點	- 61	+ 232	+ 20	+ 285	+ 256	- 43	- 21	+ 259	+ 215	- 69
4	+ 19	+ 147	+ 82	+ 219	+ 184	+ 33	+ 149	+ 84	+ 251	- 102
7	+ 164	- 7	+ 202	+ 83	+ 6	+ 213	+ 181	+ 48	- 15	+ 178
8	+ 177	- 33	+ 241	+ 12	+ 3	+ 186	+ 129	+ 83	- 109	+ 257
起拱點	+ 119	- 15	+ 185	+ 4	- 5	+ 162	+ 50	+ 109	- 140	+ 267
拱頂點	+ 179	- 96								
4	+ 121	- 39					- 54	+ 286	+ 48	+ 100
7	- 32	+ 123					+ 178	+ 34	- 18	+ 164
8	- 61	+ 141					+ 272	- 86	+ 34	+ 88
起拱點	- 71	+ 143					+ 234	- 99	+ 44	+ 59

× 温度上昇せる場合 * 温度下降の場合

推力により拱環短縮の爲め起る應力を計算すれば次の如し
前表にて荷重法(I)の場合に於て線維應力最大なるを以て其の上下縁維應力を平均して每平方吋に對し平均應壓力八十六封度となり、又温度の變化より來る平均應壓力は每平方吋に就き十六封度故に合計し百〇二封度となるべし、

今之れを拱環全部を通じ平均百封度の應壓力なりと假定せば

$$H_0 = \frac{-I}{ds} \frac{f_c Ln}{\left[(\Sigma y)^2 - n \Sigma y^2 \right]} = \frac{0.116 \times 3,680,000}{314.636} = 1,310 \text{ 封度}$$

$$M_0 = -\frac{H_0 \Sigma y}{n} = \frac{-1,310 \times 11.44}{8} = -1,875 \text{ 呎封度}$$

$$e_0 = \frac{M_0}{H_0} = -1.43 \text{ 呎}$$

此 H_0 を生ずる丈けの温度の變化を見るに華氏 8.8 度に相當す、以上の値により前數表と同様の計算を施せば次ぎの結果を得べし

拱軸點 f_c f_c'
拱頂 + 50 - 37

4	+	29	-	16
7	-	20	+	30
8	-	30	+	37
起拱點	-	24	+	29

以上計算の結果を綜合して最も悪しき場合を組み合わせるも拱環内最大應壓力は拱頂部に於て 306封度にして、最大應張力は起拱線に於て毎平方時に 140封度となるべし

然るに混凝土の抗張強度は毎平方時に對し 1 : 2 : 4 混凝土の場合に 200封度を有す、故に拱環は以上如何なる荷重の組み合わせに對しても龜裂を生ずることなし、今假りに一步を譲り混凝土が抗張力皆無と假定せば次式より中軸線の位置を求め應壓力を算出することを得べし

$$x^2 - 3x \left(\frac{h}{2} - \frac{M}{T} \right) + 12 \frac{M}{T} \frac{nA}{b} x - \frac{6nA}{b} \left(\frac{M}{T} h + 2e^2 \right) = 0$$

茲に x は斷面の抗壓線維より中軸線に至る距離

鐵筋上の最大應張力は前諸表より得たる結果により $140 \times 15 = 2100$ 封度以内にあり、又鐵筋上の應壓力は $306 \times 15 = 4590$ 封度以内にあり、

(8) 拱環に於ける伸縮接合線 (エクспанション、ジョイント) の位置

拱側壁に設くべき伸縮接合(エクспанション、ジョイント)の位置に就き從來幾多の方法あり

溫度下降に際し拱環の短縮と共に之れを低下せしむるに至るべきや言を俟たず故に拱頂部と拱脚との間に伸縮接合を設けざるときは「スパンドレル」壁は拱脚相互間何れの部分にか縦龜裂を生ずるの結果を誘致す

徑間長三四十呎以下なる拱橋に於ては概れ拱脚部の兩側に設くるを普通とす又徑間の稍々大なるものにおいて「スパンドレル」壁の數ヶ所に設けたるもの少からず

「ワシントン」市「コネクチカト、アヴェニュー」拱橋に於ては拱頂部に之れを設け又「スポケーン」市「モンロー」拱橋にありては徑間の各三分點に之れを設けたり

米國「ミード」街拱橋 (*The Meadow Street bridge*) は橋脚の兩側起拱點の直ぐ上部に伸縮接合線を設けしが溫度の爲め橋脚に隣れる拱側支柱は強大なる應力を受けたる實例あり此の事實に鑑み「ラリマーアヴェニュー」拱橋(徑間長 296.748 呎)に於ては此の位置を變更し拱軸線と溫度推力 (*Temperature thrust*) との交點の上部に「エクспанション、ジョイント」を設けたり

外濠拱橋の設計に當り此の點に付き種々研究を重ねたり元來「エクспанション、ジョイント」は溫度による拱環の上下動從て回轉の最少なる部分に設くるを理想とす、大徑間を有する拱橋に於て殊に然り拱軸線と溫度推力との交點は此の理想に最も近き位置なるを以て外濠橋に於ても茲に之れを撰定せり其の結果は甚だ良好なり

伸縮接合線は之れを隱式となせるものと現式となせるものとの二者あれども隱式とせるものは水仕舞一般に困難にして水洩を見ること多く現式の方反て良好なりと認め外濠橋に於ては外裝石を此部分に限り空目地とせり

(9) 拱環の撓度と「キャンバーリング」

(I) 垂直荷重より起る撓度

荷重より拱頂部に起る撓度は次の方程式によりて算定することを得べし

$$\Delta y = - \frac{ds}{EI} \Sigma Mx \quad \text{茲に} \begin{cases} \Delta y = \text{拱頂部の所要撓度} \\ ds = \text{拱環區劃部分長} \end{cases}$$

上式に M の値を挿入する時は

$$\Delta y = - \frac{ds}{EI} \left[\Sigma mx + M_o \Sigma x + H_o \Sigma xy + V_o \Sigma x^2 \right]$$

上式中括弧内の和は半徑間に對するものなり

垂直荷重より起る撓度(但し外濠橋徑間長 125呎、機關車荷重 E_o)

Δy の算出を容易ならしめんが爲め所要値を表示すれば下の如し

拱位點	x (呎)	y (呎)	xy	m (單位150封度)	mx 單位、呎及150封度
1	2.01	0.01	0.0201	0	0
2	6.15	0.15	0.9225	87.6	538.7
3	10.43	0.46	4.7978	274.6	2,864.1
4	14.95	0.94	14.0530	582.8	8,712.9
5	19.72	1.64	32.3408	1,040.6	20,520.6
6	24.80	2.60	64.4800	1,691.3	41,944.2
7	30.36	3.93	119.3148	2,622.5	79,619.1
8	36.52	5.74	209.6248	3,957.0	114,509.6
9	44.00	8.48	373.1200	6,067.1	266,952.4
10	55.60	14.78	821.7680	10,514.1	584,584.0
Σ	244.54	38.73	1,640.4418	26,837.6	1,150,245.6

即ち

$$\begin{aligned} \Sigma mx &= -172,536,840, & M_o \Sigma x &= -3,276,102 \\ H_o \Sigma xy &= +176,183,449 & V_o \Sigma x^2 &= 0 \end{aligned}$$

故に $\Sigma Mx + M_0 \Sigma x + H_0 \Sigma xy + V_0 \Sigma x^2 = +370,507$.

依て拱頂部に於ける最大撓度は次の如し

$$\Delta y = - \frac{+370,507 \times 1.301}{2 \times 8,000,000} = 0.00167 \text{ 呎} \\ = 0.02 \text{ 吋}$$

(II) 温度の變化により拱頂部に起る撓度

温度の變化により起る撓度は次式によりて算定することを得べし

Δy を温度によりて拱頂部に起る撓度とすれば

$$\Delta y = \pm \frac{CtL}{2} \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}$$

上式中 C は材料の膨脹係數

t は温度の變化

今 $t = 30^\circ$ (華氏)

$C = 0.0000055$

と假定すれば撓度の値は次の如し

$$\Delta y = \pm \frac{0.0000055 \times 30^\circ \times 125 \times [16,404.42 - 9,471.03]}{2[3,493.19 - 1,500.01]} \\ = \pm 0.03587 \text{ 呎} = \pm 0.4305 \text{ 吋}$$

(III) 鐵筋混凝土拱の反り

以上計算より得たる撓度は甚だ小にして自重撓度の如き實際上皆無と見るも差支なき程度のもなり然れども實地上の慣例として徑間長 150 呎以下の拱橋には其の徑間長に對し八百分の一の反りを付するを普通とす

(Balet's Analysis of Elastic Arches を参照せよ)

今茲に既設拱橋の實地に於て付したる反りの數例を参照せん

米國「ラリマー、アヴェニュー」拱橋 (Larimer Ave. arch bridge) (純徑間 296.748 呎) に於ては工事中の支保工に對する反りを除き拱頂に於て 0.194 呎の反りを付したり従つて徑間長と反りとの比は次の如し

$$\frac{0.194}{296.748} \div \frac{1}{1,530}$$

亦「セントルイ」市に在る「キングスハイウエー」拱橋 (Kings highway arch bridge) の場合には次の如き記事を見ることを得べし

(Engineering News P. 1231, June 27, 1912 を参照せよ)

即ち混凝土施行中其の重量によりて起る支保工の沈下並に其の取外きに際し拱に生ずる彈性變形を補正せんが爲め拱環工事完成後に於ける計算上の位置よりも夫々揚げ起したり此の反りは拱頂部に於て二吋なりしが支保工を取外したる後其の位置を検せしに總ての拱は所定の位置より八分の一吋以内の點に落付けるを見たりと云ふ此の拱橋の純徑間長は

百七十呎なり

次に「ニューヨーク」市「ブロードウェイ」拱橋 (Broadway arch bridge) (純徑間長百三十八呎、拱矢二十六呎七吋拱頂厚二十六吋起拱點に於ける環厚五呎五吋) に於て拱環内に使用せる主鐵筋は $3'' \times 3'' \times \frac{5''}{16}$ 「アングル」及び $2 \frac{1''}{4} \times \frac{1''}{4}$ の單式綫釘を以て組立てたる「メラン」式結構にして總數十五組其の配置距離心心三呎とし「リップ」は拱環中四ヶ所並びに橋脚上に於て相互横に結合し各鐵筋の兩端は充分橋脚に銷着せるものなり

拱環の反りを二吋半とし内一吋は支保工の落付きに對して付したるものなり施行後觀測せる撓度は八分の七にして混凝土の施行順序は拱頂部を先にし拱翼部を後にせりと云ふ瑞西國「ラウサンヌ」(Lausanne) に架せる「シャウデロン、モントベノン」(Chauderon-Montbenon) 鐵筋混凝土拱橋施工の實例によれば支保工を取り去りたる時拱頂部に起る最大撓度は十六分の九吋なりしと云ふ

此の拱橋は奧國「ヨセフ、メラン」教授の設計に係り拱環鐵筋として「メラン」式鋼肋を使用せり其の徑間長は二八、七五米突拱矢は六、二米突、拱頂厚は〇、七五米突にして起拱點に於ける厚さは一、八六米突なり拱環の巾は一、六米突にして使用せる「メラン」式鋼肋は十二組なり

(“Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten Vereins” 1,906. Nr.22) を参照せよ

以上數多の實例並に計算上算出せる荷重、温度の變化に基く撓度の値等を比較研究し外濠橋拱頂部の撓度は温度及び荷重に對し二分の一吋、支保工の落付きに對し二分の一吋合計一吋とせり、拱環各點に於ける撓度を定むるに別に法則あるなきはず本拱環に於ては理論上の拱軸線と反りを付したる時の拱軸線との間を拋物線縱距率に従ひ拱環各位の高度を定めたること次に示せる圖表の如し

拱環混凝土施行後支保工を取り去り拱頂に於て觀測せる撓度は後項上部施工の部に表示するが如し

(10) 拱架工の設計

拱架工は混凝土重量の爲め沈低すること絶無なるを理想とす故に大小拱橋の「セントル」に對しては堅牢なる基礎の上に支持せしめ木部各組合せ部に於て可成「ルーズジョイント」を避けたる構造を採用せり

徑間長三十二呎以下の拱橋に對しては既設混凝土「フーテイング、スラブ」上に盤木を「ボルト」締めとし此の上に支柱を配置し一種の「フレーム」を構成せしめ更に圖に示せしが如き「セントル」を据付け施行せり

外濠橋(徑間長百二十五呎斜拱橋)に對しては拱環混凝土施行順序に據る各一分割の重量を一列の地杭にて支持せしむる構造とし上部荷重の全量は直ちに杭上に傳達せられ途中桁梁材によることなからしめたり

之れ材料の節約を計ると共に木材の彎曲により拱環に變形を生ずる缺點を避けんが爲めなり

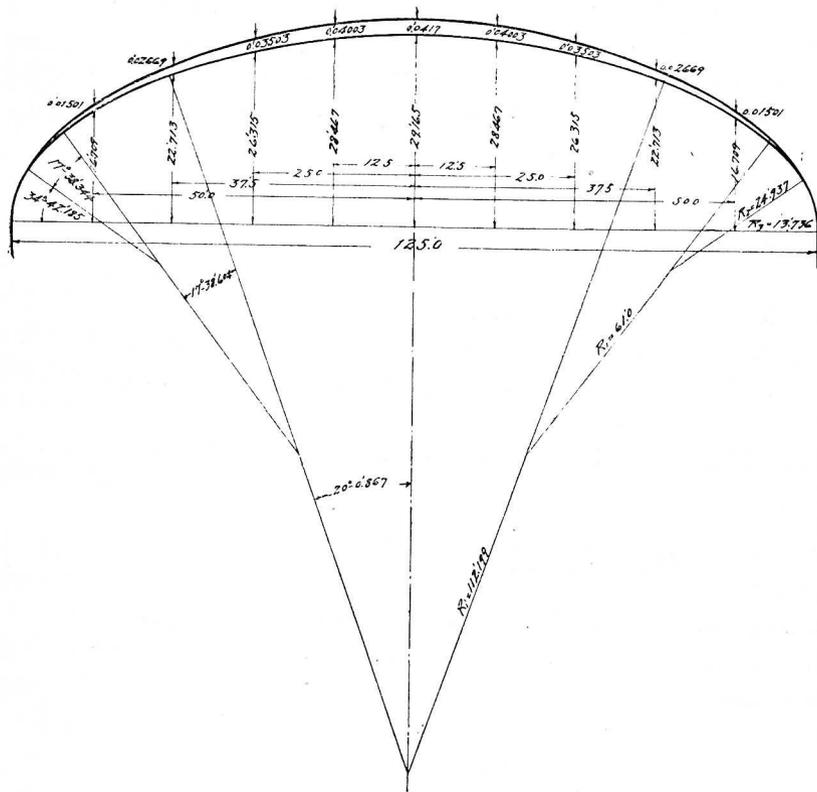
拱架の二點には二十噸「スクルージャック」を使用し將來「セントル」の扛下に傾ならしめたり

各部組合せの部分にして支壓力の甚しき箇所には堅木製ブロックを使用し且つ一ヶ所に數箇の支柱集中する場合には各材の接觸面を充分密接し得る様平坦ならしめ「アングル」を使用し「ボルト」締めとせること圖の如し

松材に對する許容維應力は - 平方吋に付き一千封度乃至一千四百封度とせり

施行の結果何れの徑間に於ても良好なる結果を収めたり

第十圖



(II) 拱環混凝土施行法

施工の方法

現今拱環の施工法として二種の方法行はる、一は横割施工法他は縦割施工法とす、長大なる徑間長を有する拱は概れ一定の横區劃に分ち混凝土を施すを常とす其の理由は主に左の如し

- (イ) 單獨塊區に分ち豫め混凝土を充分凝縮せしめ拱環工完成の後凝縮應力 (Shrinkage Stress) の影響を成るべく小ならしむること、
- (ロ) 拱架上に成るべく一様なる對照荷重を加へ拱架の不同沈下を防ぐこと、
- (ハ) 全徑間を連続一日に施工する事不可能なる場合多きを以て拱環を分割施工の必要あること

長大なる徑間を有する拱橋は其の拱環施工に當り以上の如く横區劃法を採ること施工上便利にして凝縮應力を減少するの利あれとも本工法の缺點とする處は拱環完成の後區劃線が永久に一種の接合線として残存すべきを以て氣温の變化或は彎曲力の爲め拱環に應張力を生ずる場合には此線に沿ひ分離し易く從て混凝土の抗張力を利用し得ざるに至るを免れず

故に拱環塊片は鐵筋により接續するの外、個々獨立して働くものと見做さざるべからず從て横割施工法の場合に在りては拱環區劃長は工程の許す限り長からしむるを常とす歐米諸國の既設拱橋に於ても單割長十七八呎に及べるもの少なからず

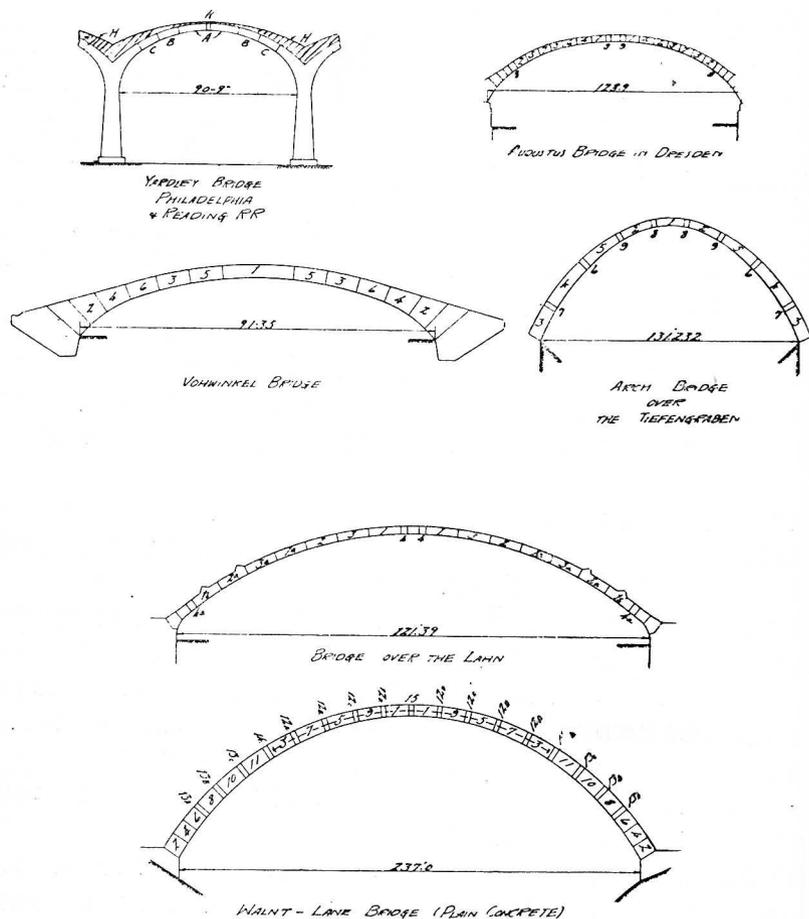
從來施行せられたる拱橋中徑間長八、九十呎以下のものに在りては横區劃を設けずして拱環全部を一日に完成せるもの其の數に乏しからず、橋の幅員の大なるものは拱の方向に沿ひ三呎乃至四呎の幅に全拱徑間の混凝土を打込むこと普通なり、然れども此の如き方法を採用し得る場合は概れ比較的「フラット、アーチ」に限られたり、之れ四呎乃至五呎以上の高さに混凝土を施せば混凝土を甚だしく不等質ならしむべきを以てなり

此の如き縦割連續の施工法を採用する場合には頗る堅牢なる拱架を要すると共に混凝土の施行法も亦對照的なるを要すべきこと言を俟たず

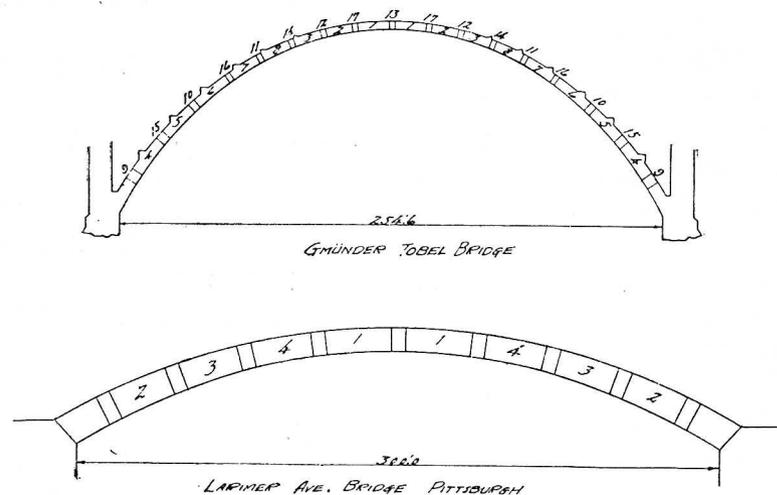
市街線高架拱橋は外濠橋の徑間長百二十五呎を除きては其の長さ概れ三十二呎以下にして此等の拱橋は其の拱環の混凝土容積八立坪余に過ぎざるを以て一日内に一拱環を施行すること容易なり

然れども本拱は凡て約五分の一の拱矢を有し之れを一日に打上ぐる事頗る困難にして等質混凝土を期待し得べからず、依て高架拱橋全體に對し横割施工法により實行するの適當なるを認めたり

第十 一 圖



第十 二 圖



横區劃の數及長さを幾何にすべきや、拱架の強弱、拱矢の大小及混凝土の調製能力等により一定せずと雖ども實例を觀すれば左の如し

拱 橋 名	徑間長(呎)	横 區 劃 數	最長の區劃長(呎)
Yardley (Philadelphia & Reading R. R.)	90.75	7	15.0
Vohwinkel	91.35	12	8.2
Lahn	121.40	19	8.2
Augustus (Dresden)	129.00	19	7.5
Tiefengraben	131.20	17	26.0
Walnut-Lane	233.00	39	15.0
Gmünder Tobel	251.60	33	20.0
Larimer Ave. (Pittsburgh)	300.00	19	

徑間長三十二呎以下の拱環區劃法

以上を參酌し市街線拱橋拱環施工に横劃法を採用し次の二方法に付き攻究せり

(イ) 九區劃施工法

(ロ) 七區劃施工法

前者即ち九區劃施工法は第一起拱部、第二拱頂部、第三之れに接續する拱環、第四起拱

部と第三區劃との中間、第一拱頂部填充の順序なれども接合線の數八箇所を有するは前述の如く拱環をして將來個々獨立せしむるの結果となり彎曲并に溫差應力に對し弱點を有する部分の數を多からしむる嫌あり

塊(4)は(2)と(3)との間に設くることを得べしと雖ども茲には彎曲應力の比較的小なる部分を撰定せるに過ぎず

後者即ち區劃施工法は第一起拱部、第二拱頂部、第三其の中間、第四(1)と(3)との間隙填充又は(2)と(3)との間隙填充の順序なり

此の内區劃(4)を(2)と(3)との中間に配置したるは(2)と(3)との區劃部を各單獨に凝固せしむるの目的に出でたり、區劃(4)を(1)と(3)との間に設けたるは彎曲率の大なる部分に於て接合線の數を減じ彎曲應力の小なる部分に楔塊を配置せるに過ぎず

故に(2)と(3)との部分に對し混凝土に相當の時日を許せば拱の性質及拱將來の爲め區劃施工法を採用するを適當なりと思考せり

外濠橋拱環支保工及混凝土區劃法

徑間長百二十五呎を有する外濠拱橋の拱環混凝土施工法は各種の方法を參照し又一方「セントル」上の荷重を考慮し十七區劃に分てり、其の區劃法は第十三圖に示せるが如し

「メラン」式拱橋の特徴とする處は發明者「メラン」教授の主張するが如く「セントル」重量を「メラン、リツプ」に負擔せしむるに在り、鐵筋混凝土拱橋に於て埋め込みたる鐵筋は混凝土應壓力の n 倍(約十五倍)即ち一平方呎に對し約七千封度乃至九千封度を超過すること能はず、換言すれば拱環内に埋込みたる鐵筋材は其の固有許容強度毎平方呎に對し一萬五千封度を充分發揮すること能はず、從て強度上の不經濟を避くるには「メラン、リツプ」を使用し型枠工を之れに懸垂し其の重量及び拱環混凝土自重を之れに負擔せしむるにあり

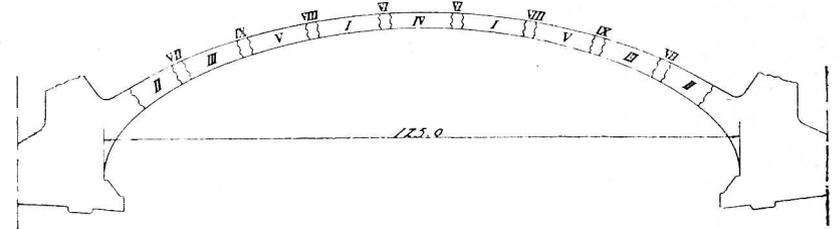
然るときは鐵筋は混凝土の無應力なる際に於て或る程度の始應力を受くべし、初め此の方針を以て設計を進めたれども「メラン」式鐵筋を架設するに先立ち相當の「セントル」及足場を要し殊に此の上にて「メラン」式「リツプ」の鉋綴并に鐵筋形狀の正確を期せんには「セントル」其れ自身も亦堅牢にして正確なるを要す、而かも一方懸垂型枠となすが爲め莫大なる長さの鈎「ボルト」を要し梁及び上木等も普通「セントル」を用ふる場合と異なる處なし故に附屬圖に示すが如く支保工を施す計畫とせり

假支保工を設計するに當り考慮せる問題は外濠に於て通船の必要上中央純徑間約四間を明け其の他は約二間毎に三尺五寸乃至四尺五寸間に杭打を施し根固めを充分にし一區劃の混凝土重量が主に杭上に集中し且つ上木下梁材の撓曲より拱の異形を呈することを防ぐ爲め一區劃の中央に擔ひ梁を用ひ更に之れを支柱にて支持せり

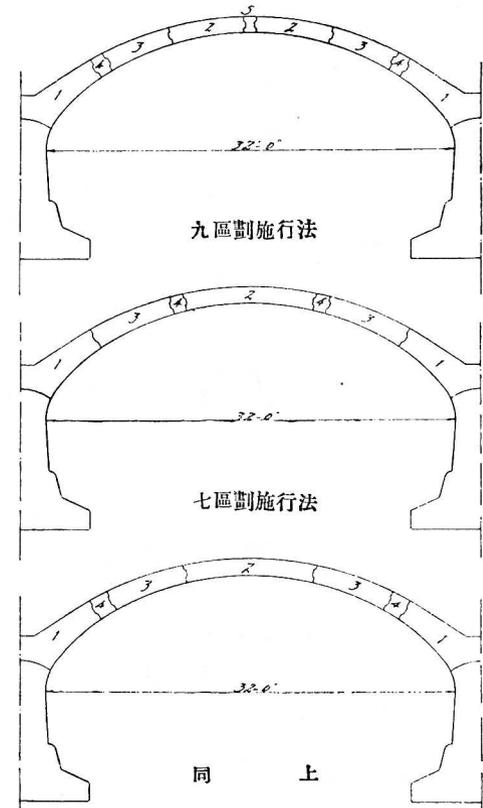
支保工用木材(松材)に對する計算上の許容荷重は一平方呎に付き一千二百封度乃至一千四百封度と假定せり

橋梁幅員は八十三呎にして此の幅に對し一時に混凝土工を施すこと困難なるを以て之れを三分し更に之れを十七區劃に分ち圖中に示せる羅馬數字の順序により施行せり

第十三圖
外濠橋拱環混凝土施行順序



第十四圖
拱環混凝土施行順序



(12) 連續版桁形橋梁の設計

構造の撰定

本橋梁は白旗橋(斜徑間五十一呎二吋餘)を挟み其の前後に位するものにして其の構造に關し少くとも左記四種類を撰定し得べし

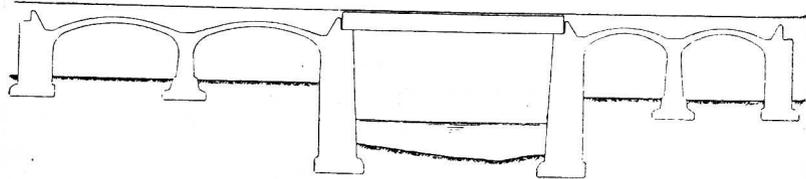
第十五圖

(イ)

第二本銀町橋

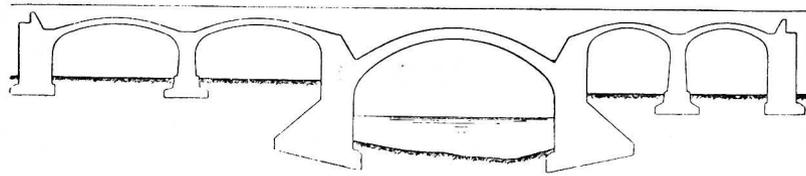
白旗橋

西今川町橋



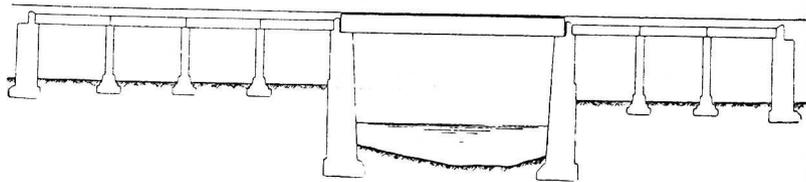
(ロ)

白旗橋



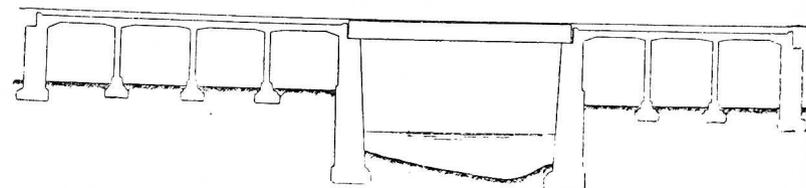
(ハ)

白旗橋



(ニ)

白旗橋



本橋の軌床面より濠底地盤迄の高さ三十八呎餘なるを以て

(イ)圖の如く拱橋と桁架橋とを併用するときは白旗橋兩橋臺は勢ひ巨大なるを免れず(ロ)圖は主橋の支保工に多額の費用を要するのみならず何れも斜拱橋とするを要するを以て施工に困難なり(ハ)圖はL橋を桁架橋とし其他は鐵筋混凝土單版桁とするを以て施工比較的容易なれども白旗橋臺は相當巨大なるものとせざる可からざるのみならず「スラブ」に對しても多量の混凝土を要し尙ほ全體としての構造比較的堅牢なりと稱するを得ず(ニ)圖に掲ぐる處は白旗橋の兩側を連續版桁とし橋臺、橋脚と共に一體的構造とするに在り此の如き構造となすときは計算上複雑なるを免れざれども混凝土容積を減じ且つ「スラブ」は其の橋脚と共に一種の「フレーム」を形成し頗る堅固なる建造物となるの利點あり此等比較調査の結果(ニ)圖の構造を適當と認め之れを採用せり

設計及計算の方法

本橋は一種の鐵筋混凝土「フレーム」として設計するを適當とす第十六表及第十七表は彈性理論に基き解きたる結果式を表示せるものなり而して其の計算には構成各部材の斷面惰性率を想定せざるべからず、鐵筋混凝土材の斷面惰性率は應力を受くる程度により異なり少くとも三種の場合を有す、即ち第一は部材の何れの部分にも龜裂を生ぜざる場合、第二は部材の一局部に龜裂を生じたる場合、第三は構成部材の全部に龜裂を生じたる場合とす、現今の計算に使用する鐵筋上の許容應張力(一平方時に付一萬五千封度)の程度に於ては實驗上、抗張力側の混凝土に龜裂を生ずる事なきを常とす從て第二、第三の場合を實現する事なきものと見做し得べし、故に本計算には凡ての斷面に對し混凝土の抗張力を無視する事なくして其の斷面惰性率を求め使用することとせり(但し應力の算定には混凝土の抗張力を無視すべきことを俟たず)

西今川町橋に對する各部材斷面並に其の惰性率は次ぎの如し

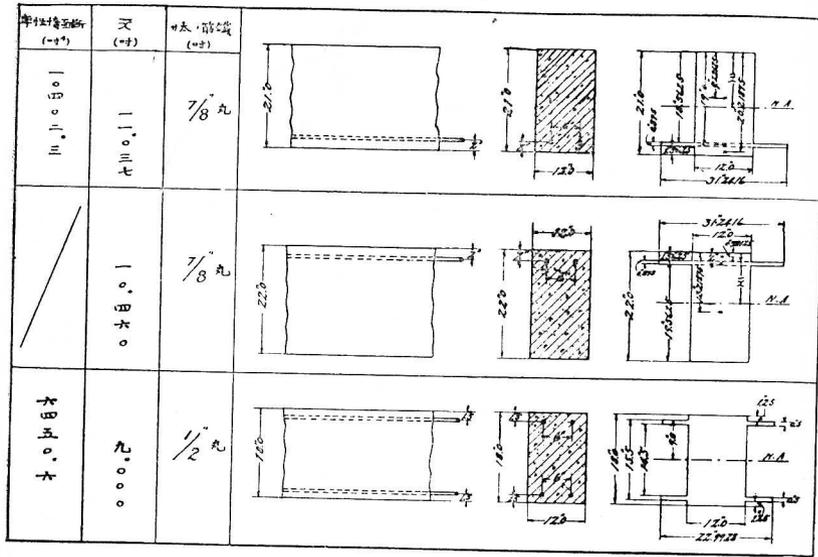
第十六表

		第一荷重法	第二荷重法	第三荷重法	第四荷重法
V_0	支杆左端， 梁上垂直反力	$\frac{9q\Delta(V+Z\phi)-7q\Delta\phi}{8\Delta}$	$\frac{9+16\phi}{8\Delta} p\Delta$	$-\frac{\phi}{4\Delta} p\Delta$	$\frac{9(1+Z\phi)-p\Delta}{8\Delta}$
V_1	支杆右端， 梁上垂直反力	$\frac{p\Delta(15+2Z\phi)+7q\Delta(1+4\phi)}{8\Delta}$	$\frac{17+4Z\phi}{8\Delta} p\Delta$	$\frac{6+11\phi}{4\Delta} p\Delta$	$\frac{15+2Z\phi}{8\Delta} p\Delta$
H	支杆左端， 梁上水平反力	$\frac{Zp\Delta-5p\Delta}{8\Delta}$	$-\frac{1}{8\Delta} p\Delta$	$\frac{1}{4\Delta} p\Delta$	$-\frac{3}{8\Delta} p\Delta$
M_0	梁左端， 梁上弯矩	$\frac{p\Delta^2(3+8\phi)-7q\Delta^2\phi}{16\Delta}$	$\frac{3(1+Z\phi)}{16\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{\phi}{8\Delta} p\Delta^2$	$\frac{3+8\phi}{16\Delta} p\Delta^2$
M_1	梁右端， 梁上弯矩	$-\frac{p\Delta^2(3+Z\phi)+7q\Delta^2\phi}{8\Delta}$	$-\frac{5+4\phi}{8\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{\phi}{4\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{3+Z\phi}{8\Delta} p\Delta^2$
M_2	支杆上端， 梁上弯矩	$-\frac{Zp\Delta^2-3p\Delta^2}{8\Delta}$	$\frac{1}{8\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{1}{4\Delta} p\Delta^2$	$\frac{3}{8\Delta} p\Delta^2$
M_3	梁左端， 梁上弯矩	$-\frac{p\Delta^2\phi+2p\Delta^2(1+\phi)}{4\Delta}$	$-\frac{1+Z\phi}{4\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{1+\phi}{4\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{\phi}{4\Delta} p\Delta^2$
M_4	梁右端， 梁上弯矩	$\frac{p\Delta^2(1+3\phi)-7q\Delta^2\phi}{8\Delta}$	$\frac{1+\phi}{8\Delta} p\Delta^2$	$\frac{1+3\phi}{8\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{\phi}{4\Delta} p\Delta^2$
X_0	梁左端， 梁上弯矩	$\frac{9(1+Z\phi)-7q\Delta\phi}{8\Delta} \Delta$	$\frac{9+16\phi}{8\Delta} \Delta$	—	$\frac{2(1+Z\phi)}{8\Delta} \Delta$
M	梁上最大弯矩	$\frac{21q\Delta^2(1+2\phi)+48q\Delta^2(1+4\phi)-\frac{3}{8}p\Delta^3}{128\Delta}$	$\frac{(9+16\phi)^2}{128\Delta} p\Delta^2$	—	$\frac{2(1+Z\phi)^2}{128\Delta} p\Delta^2$
		$\phi = \frac{h}{2} \frac{l_0}{l_c}$	$\Delta = 5+5\phi$		

第十七表

		第一荷重法	第二荷重法	第三荷重法	第四荷重法
V_0	支杆左端， 梁上垂直反力	$\frac{p\Delta(4+7\phi)-p\Delta\phi}{4\Delta}$	$\frac{1}{2} p\Delta$	$-\frac{\phi}{4\Delta} p\Delta$	$\frac{4+7\phi}{4\Delta} p\Delta$
V_1	支杆右端， 梁上垂直反力	$\frac{p\Delta(4+5\phi)+p\Delta(4+7\phi)}{4\Delta}$	$p\Delta$	$\frac{4+7\phi}{4\Delta} p\Delta$	$\frac{4+5\phi}{4\Delta} p\Delta$
H	支杆左端， 梁上水平反力	$\frac{p\Delta-p\Delta}{4\Delta}$	—	$\frac{1}{4\Delta} p\Delta$	$-\frac{1}{4\Delta} p\Delta$
M_0	梁左端， 梁上弯矩	$-\frac{Zp\Delta^2(1+Z\phi)-p\Delta^2\phi}{12\Delta}$	$-\frac{1}{12} p\Delta^2$	$\frac{\phi}{12\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{1+Z\phi}{6\Delta} p\Delta^2$
M_1	梁右端， 梁上弯矩	$\frac{p\Delta^2-p\Delta^2}{12\Delta}$	—	$\frac{1}{12\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{1}{12\Delta} p\Delta^2$
M_2	梁左端， 梁上弯矩	$\frac{Zp\Delta^2(1+Z\phi)-p\Delta^2\phi}{24\Delta}$	$\frac{1}{24} p\Delta^2$	$-\frac{\phi}{24\Delta} p\Delta^2$	$\frac{1+Z\phi}{6\Delta} p\Delta^2$
M_3	梁右端， 梁上弯矩	$-\frac{p\Delta^2\phi+2p\Delta^2(1+\phi)}{12\Delta}$	$-\frac{1}{12} p\Delta^2$	$-\frac{\phi}{6\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{1+\phi}{12\Delta} p\Delta^2$
M_4	梁左端， 梁上弯矩	$-\frac{p\Delta^2-p\Delta^2}{6\Delta}$	—	$-\frac{1}{6\Delta} p\Delta^2$	$\frac{1}{6\Delta} p\Delta^2$
M_5	梁右端， 梁上弯矩	$-\frac{p\Delta^2+Zp\Delta^2(1+\phi)}{12\Delta}$	$-\frac{1}{12} p\Delta^2$	$-\frac{1+\phi}{6\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{\phi}{12\Delta} p\Delta^2$
M_6	梁左端， 梁上弯矩	$\frac{p\Delta^2(2+5\phi)-Zp\Delta^2\phi}{24\Delta}$	$\frac{1}{24} p\Delta^2$	$\frac{2+5\phi}{24\Delta} p\Delta^2$	$-\frac{\phi}{12\Delta} p\Delta^2$
h_0	梁左端， 梁上弯矩	$\frac{h}{3}$	—	$\frac{h}{3}$	$\frac{h}{3}$
X_0	梁左端， 梁上弯矩	$\frac{(4+7\phi)-p\Delta\phi}{4\Delta} \Delta$	$\frac{1}{2} \Delta$	—	$\frac{4+7\phi}{4\Delta} \Delta$
M	梁上最大弯矩	$\frac{p\Delta^2(16+56\phi+51\phi^2)-p\Delta^2(2\phi(4+7\phi)+5\frac{1}{2}p\Delta^2)}{96\Delta^2}$	$\frac{1}{24} p\Delta^2$	—	$\frac{p\Delta^2(16+56\phi+51\phi^2)}{96\Delta^2}$
		$\phi = \frac{h}{2} \frac{l_0}{l_c}$	$\Delta = 2+3\phi$		

第十八表



西今川町側鐵筋混凝土「フレーム」形橋梁の高さ及び徑間長を各十七呎とし其の桁端及び支壁端を全然固定せる場合と鉸端とせる場合とに付き前記彈性理論式により解きたる結果は次表の如し

但し此場合に於て各部材の斷面慣性率は前表に據れり

$$\text{尚 } \phi = \frac{hI_B}{LI_C} = 1.61 \quad \Delta = 2 + 3\phi = 6.83 \text{ なり}$$

	「スラブ」及支脚固定端なる場合			「スラブ」及支脚鉸端なる場合		
	第二荷重法	第三荷重法	第四荷重法	第二荷重法	第三荷重法	第四荷重法
V_0	$\frac{1}{2}pl$	$-\frac{1}{16.97}pl$	$\frac{1}{1.79}pl$	$\frac{1}{2.5}pl$	$-\frac{1}{27.5}pl$	$\frac{1}{2.33}pl$
V_1	pl	$\frac{1}{1.79}pl$	$\frac{1}{2.27}pl$	$\frac{1}{0.9}pl$	$-\frac{1}{1.9}pl$	$\frac{1}{1.75}pl$
H	—	$\frac{1}{27.32}pl$	$-\frac{1}{27.32}pl$	$-\frac{1}{88.4}pl$	$\frac{1}{44.2}pl$	$\frac{1}{29.5}pl$
M_0	$-\frac{1}{12}pl^2$	$\frac{1}{50.91}pl^2$	$-\frac{1}{9.71}pl^2$	—	—	—
M_1	—	$\frac{1}{81.96}pl^2$	$-\frac{1}{81.96}pl^2$	—	—	—
M_2	$\frac{1}{24}pl^2$	$-\frac{1}{101.81}pl^2$	$\frac{1}{9.71}pl^2$	$\frac{1}{14.0}pl^2$	$-\frac{1}{54.9}pl^2$	$\frac{1}{11.1}pl^2$
M_3	$-\frac{1}{12}pl^2$	$-\frac{1}{25.45}pl^2$	$-\frac{1}{22.70}pl^2$	$-\frac{1}{9.4}pl^2$	$-\frac{1}{27.5}pl^2$	$-\frac{1}{14.2}pl^2$
M_4	—	$-\frac{1}{40.98}pl^2$	$\frac{1}{40.98}pl^2$	$\frac{1}{88.4}pl^2$	$-\frac{1}{44.2}pl^2$	$\frac{1}{29.5}pl^2$
M_5	$-\frac{1}{12}pl^2$	$-\frac{1}{15.70}pl^2$	$-\frac{1}{50.91}pl^2$	$-\frac{1}{10.5}pl^2$	$-\frac{1}{16.9}pl^2$	$-\frac{1}{27.5}pl^2$
M_6	$\frac{1}{24}pl^2$	$\frac{1}{16.31}pl^2$	$-\frac{1}{50.91}pl^2$	$\frac{1}{33.9}pl^2$	$\frac{1}{15.2}pl^2$	$-\frac{1}{27.5}pl^2$

前表より橋梁各部の彎曲係数を定め其の彎曲率を算定する事次の如し

$$\text{静荷重 } p_d = 410 \text{ \#/}\square'$$

$$\text{動荷重 } p_L = 550 \text{ \#/}\square'$$

$$\text{撃衝係数 } \alpha = 0.474$$

$$M_0 = - \left\{ \frac{1}{12} p_d l^2 + \frac{1+\alpha}{10} p_L l^2 \right\} = - \left\{ \frac{410 \times 17^2 \times 12}{12} + \frac{1.474 \times 550 \times 17^2 \times 12}{10} \right\} = -399,640 \text{ \#}$$

$$M_1 = \pm \frac{1}{80} (p_d + (1+\alpha) p_L) l^2 = \pm \frac{(410 + 1.474 \times 550) \times 17^2 \times 12}{80} = \pm 52,920 \text{ \#}$$

$$M_3 = - \left\{ \frac{1}{9} p_d l^2 + \frac{1+\alpha}{14} p_L l^2 \right\} = - \left\{ \frac{410 \times 17^2 \times 12}{9} + \frac{1.474 \times 550 \times 17^2 \times 12}{14} \right\} = -358,810 \text{ \#}$$

第十九表

$$M_1 = \pm \frac{1}{40} (1 + \alpha) p_r l^2 = \pm \frac{(1.474 \times 550) \times 17^2 \times 12}{40} = \pm 70,290 \text{ 磅}$$

$$M_5 = \pm \left\{ \frac{1}{12} p_d l^2 + \frac{1 + \alpha}{15} p_r l^2 \right\} = - \left\{ \frac{410 \times 17 \times 12}{12} + \frac{1.474 \times 550 \times 17 \times 12}{15} \right\} = -305,920 \text{ 磅}$$

$$M_6 = \left\{ \frac{1}{24} p_d l^2 + \frac{1 + \alpha}{16} p_r l^2 \right\} = \left\{ \frac{410 \times 17 \times 12}{24} + \frac{1.474 \times 550 \times 17 \times 12}{16} \right\} = 234,970 \text{ 磅}$$

M_5 = 兩側徑間の中央に於ける最大正彎曲率

$$x_0 = \frac{(4 + 7\phi) - \frac{p_2}{p_1} \phi}{4(2 + 3\phi)} l$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{p_d}{p_d + (1 + \alpha)p_r} = \frac{410}{410 + 1.474 \times 550} = 0.336$$

$$\therefore x_0 = \frac{15.27 - 0.336 \times 1.61}{27.32} l = 0.539 \times 17 = 9.16 \text{ 呎}$$

$$M_5 = \frac{p_1 l^2 (16 + 56\phi + 51\phi^2) - p_2 l^2 \left[2\phi(4 + 9\phi) - 3 \frac{p_2}{p_1} \phi^2 \right]}{96(2 + 3\phi)^2}$$

$$= \frac{1}{18.8} \left\{ p_d + (1 + \alpha) p_r \right\} l^2 - \frac{1}{78.67} p_d l^2$$

$$= 225,180 - 18,070 = 207,110 \text{ 磅}$$

以上は汽關車荷重を等賦荷重に換算し計算を施したる結果なり「スラブ」上には砂利床を有するを以て此の如く假定すること差支なきも一方汽關車荷重を純然たる集中荷重として計算せば如何なる結果を得べきかを確むる必要あり依て次の場合に關する一般式を解きたる結果式次の如し

一般式	中央徑間上・對稱集荷重の場合	徑間中央・集荷重の場合
$H = \frac{3a(1 - \frac{a}{l})}{2h[3 + 4\frac{h^2}{l^2} + 2\frac{h^2}{l^2}]} P$	$\frac{a(1 - \frac{a}{l})}{2h\Delta} P$	$\frac{1}{8\Delta} P$
$V_0 = \frac{3a(1 - \frac{a}{l})\frac{h^2}{l^2}}{l[3 + 4\frac{h^2}{l^2} + 2\frac{h^2}{l^2}]} P$	$-\frac{a(1 - \frac{a}{l})\phi}{\Delta} P$	$-\frac{\phi}{4\Delta} P$
$V_1 = \frac{3a(1 - \frac{a}{l})\frac{h^2}{l^2}}{l[3 + 4\frac{h^2}{l^2} + 2\frac{h^2}{l^2}]} P$	$\frac{1 + 2[1 + \frac{a}{l}(1 - \frac{a}{l})]\phi}{2\Delta} P$	$\frac{2 + 5\phi}{4\Delta} P$
$M_0 = \frac{(1 - \frac{a}{l})\phi}{3\Delta} p_d$	$-\frac{(1 - \frac{a}{l})\phi}{3\Delta} p_d$	$-\frac{\phi}{12\Delta} p_l$
$M_1 = -\frac{2(1 - \frac{a}{l})\phi}{3\Delta} p_d$	$-\frac{2(1 - \frac{a}{l})\phi}{3\Delta} p_d$	$-\frac{\phi}{6\Delta} p_l$
$M_2 = -\frac{(1 - \frac{a}{l})\phi}{2\Delta} p_d$	$-\frac{(1 - \frac{a}{l})\phi}{2\Delta} p_d$	$-\frac{1}{8\Delta} p_l$
$M_3 = -\frac{(1 - \frac{a}{l})(3 + 4\phi)}{6\Delta} p_d$	$-\frac{(1 - \frac{a}{l})(3 + 4\phi)}{6\Delta} p_d$	$-\frac{3 + 4\phi}{24\Delta} p_l$
$M_4 = \frac{3\frac{a}{l} + 2(1 - \frac{a}{l})\phi}{6\Delta} p_d$	$\frac{3\frac{a}{l} + 2(1 - \frac{a}{l})\phi}{6\Delta} p_d$	$\frac{3 + 8\phi}{24\Delta} p_l$
$\phi = \frac{h^2 a}{l^2} \quad \Delta = 1 + 2\phi$		

第二十表

第一荷重法	第二荷重法
$P_1 = 410$ 封度毎平方呎, $W = \frac{33000}{12} = 2750$ 封度毎呎, $\alpha = 0.474$, $\frac{I_a}{I_c} = 1.61$.	
彎曲率 (吋封度)	
$M_1 = -236.480$ $M_2 = -55.840$ $M_3 = -292.320$ $M_6 = 224.490$	$M_1 = -238.380$ $M_2 = -56.810$ $M_3 = -295.190$ $M_6 = 258.040$

前述計算の結果を表示すれば下の如し

彎曲率	單位	等價等賦荷重とせる時	機關車集中荷重とせる時
M_1	吋封度	399,640	
M_2	”	52,920	
M_3 (兩側徑間に於ける最大正彎曲率)	”	207,110	
M_4	”	358,810	238,380
M_5	”	70,290	56,810
M_6	”	305,920	295,190
M_7	”	234,970	258,040

以上計算せる所により動荷重を等價等賦荷重とするも亦集中荷重とするも依て起る彎曲率數値に基だしき差違を見ること前表に依り明かなり故に本設計に於ては等價等賦荷重法による彎曲率を採用(但し M_6 は集中荷重法に依る數値を探れり)したり斯くて爾後の計算は普通鐵筋混凝土計算公式に據り各部の鐵筋量を算定したり即ち「スラブ」徑間の中央部に於て八分の七吋丸棒を六時間其他は圖に示せるが如し

本銀町「スラブ」橋の設計法も前同様の解法に従ひ橋梁各點の最大彎曲率を算定し圖に示す如く鐵筋を配置せり

(13) 鋼版桁の設計要項

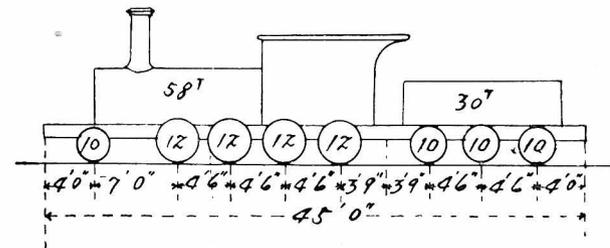
鋼版桁の設計計算方法は詳記するの要なきを以て之を省略し只其標準とせる要項のみを記すべし

市街線中疊きに竣工せる東京驛以南の線路に於ける版桁の計算は總て「メートル」式を用ひ次に記す標準要項を使用したれとも今回建設に係る東京驛以北萬世橋間の版桁設計の際は明治四十四年十二月鐵道院業務調査會議に於て鋼鐵道橋設計示方書なるものを制定されたるを以て此兩者の内何れを使用すべきかに就き研究協議の結果筋と同じ標準に據ること決定し計算せり而して後各版桁に就き檢算の結果上記兩方法の間に大差なきことを認め又荷重として用ひ八十八噸「コンソリデーション」二臺連結は「クーパー」氏示方 E_2 乃至 E_3 に相當せり

版桁計算に用ひし標準要項

- (1) 各部材の寸法は總て「メートル」式を用ひ但し綴釘及び「ボルト」の徑は吋數に適當せるものを用ひ
- (2) 軌道の重量は一「メートル」に付 112「キログラム」(一呎に付 75「ポンド」)とす
- (3) 道床の重量は一立方「メートル」に付 1800「キログラム」(一立方呎に付 112「ポンド」)
- (4) 一軌道に對する最大動荷重は圖に示す八十八噸「コンソリデーション」二臺連結とし尚横梁其他部材に對しては單荷重 15 噸とす

第二十一圖



(5) 許容最大應力は次の如し

I. 横梁其他に就ては

- 枕木か經材に直接取付らるゝとき $700 \text{ kg/cm}^2 = 9960. \text{ #/sq"}$
- 經材上に鐵板を張り道床を有するとき $750 \text{ " } = 10670. \text{ "}$

II. 本桁に於ては

- 徑間 10「メートル」以下 $750 \text{ kg/cm}^2 = 10670. \text{ #/sq"}$
- 10「メートル」以上 20「メートル」以下 $800 \text{ " } = 11380. \text{ "}$

20「メートル」以上	40「メートル」以下	850 $kg/cm^2 = 12090 \text{ #/} \square \text{''}$
40	80	900 ,, =12800 ,,
80	120	950 ,, =13510 ,,

(6) 綴釘の許容應力

I 經材或は横梁と本桁との接合に用ゆるとき

應 力	道床を有せざるとき	道床を有するとき
剪 断 力	600 $kg/cm^2 = 8530 \text{ #/} \square \text{''}$	650 $kg/cm^2 = 9240 \text{ #/} \square \text{''}$
支 壓 力	1000 ,, =14230 ,,	1100 ,, =15650 ,,

II 本桁に用ゆるとき

徑 間	應 力	道床を有せざるとき	道床を有するとき
10「メートル」以下	剪断力	650 $kg/cm^2 = 9240 \text{ #/} \square \text{''}$	750 $kg/cm^2 = 10670 \text{ #/} \square \text{''}$
	支壓力	1100 ,, =15650 ,,	1500 ,, =21340 ,,
10「メートル」以上 20「メートル」以下	剪断力	700 ,, = 9960 ,,	750 ,, =10670 ,,
	支壓力	1200 ,, =17070 ,,	1500 ,, =21340 ,,
20「メートル」以上	剪断力	750 ,, =10670 ,,	750 ,, =10670 ,,
	支壓力	1500 ,, =21340 ,,	1500 ,, =21340 ,,

(7) 床板下の許容應力

花崗石床石上	35 $kg/cm^2 = 500 \text{ #/} \square \text{''}$
其他の床石上	20 ,, =285 ,,
床石下の許容應力	
燒過一等煉瓦工上	12 $kg/cm^2 = 170 \text{ #/} \square \text{''}$
普通煉瓦工上	8 ,, =114 ,,

(8) 版桁兩側歩道上の總荷重は每平方「メートル」上 150「キログラム」即ち每平方呎上30「ポンド」とす

(14) 鐵筋混凝土杭の採用と其の設計

従來建設せられたる東京驛以南の高架鐵道基礎には凡て木杭を採用せり、東京市の如く地質比較的軟弱にして常水位線の低き土地に於て木杭を使用する時は左の如き不利あるを免れず

- 一、杭頭は地盤面以下八尺乃至十二尺の深さに止むる必要あること
- 二、比較的多数の長大なる木杭を要すること
- 三、深き根切及山留工を要すること

之れが爲め頗る深き基礎の築造を必要とするのみならず根堀、杭打共に高價となり又基礎に巨大なる疊積工を要す、殊に木杭一本に對し十五噸以上の荷重を負はしむること安全ならざるを以て頗る多数の杭数を要するに至る、然るに鐵筋混凝土杭を採用するときには左の利點を認め得べし

- 一、杭頭を地盤面に近く止め得ること
- 二、拱脚基礎を深く築造する必要なく従て容積を減少す
- 三、根堀の深さ及び容積を減じ又水替等の必要なし
- 四、混凝土工の容易なること

鐵筋混凝土杭の不利なる點は其の自重大にして取扱上不便なるにあるべしと雖とも之れが運搬及び取扱に機械力を應用するときには此の不利點を除き得べし、混凝土杭は價格不廉なるを免れざれとも以上の如き利益は之れを補ひ得て餘あり

木杭を使用する場合と鐵筋混凝土杭を使用する場合との兩者に付き比較研究を試みたる結果後者の利益なるを認め本高架鐵道橋基礎には鐵筋混凝土杭を使用することに決定し其の總數九千二百八十一本に達せり

本高架橋に使用すべき鐵筋混凝土杭の設計に當り左の如き制限を加へたり
杭の設計に關する制限

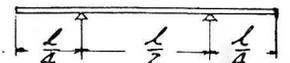
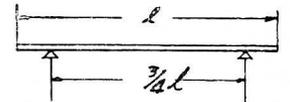
- 一、杭の直径と杭長との比を三十以下とす
- 二、杭表面と土砂との間の摩擦は地盤より深さ三尺に達するまでの間を無視す
- 三、杭の強度は長柱公式により試算を經べきこと
- 四、杭の縁維應力力は次の値を最大限とす

$$c = \text{應力} \left(\begin{array}{l} \text{每平方吋に付き} \\ \text{封度} \end{array} \right) = 600 - 4 \frac{l}{d}$$

茲に l = 杭の長さ
 d = 杭の直径

- 五、杭は之れを横轉せるとき下記の場合に於ける自重彎曲率に抵抗すること

- (イ) 杭を長さの四分の三點にて支持せる場合
- (ロ) 杭長の各四分點を求め其の内最外方の二點にて支持せる場合



- 六、杭内埋込み鐵筋上の最大單位應力力を一平方吋に付き一萬六千封度とす

七、杭は之れを圍繞する土砂との間の摩擦は一平方呎に付き五百封度を最大限とす
以上の標準により設計を遂げたる結果各杭に對し次表並に第四號圖に示せるが如く鐵筋を
施したり

鐵筋混凝土杭構成表

杭の長 l (呎)	杭の 直徑 d (吋)	軸鐵筋		螺旋鐵筋 (吋)											
		員數	直徑 (吋)	a ₁		a ₂		a ₃		a ₄		a ₅		a ₆	
				長	間隔	長	間隔	長	間隔	長	間隔	長	間隔	長	間隔
18	12	8	$\frac{7}{16}$	12	1	10	2	12	4	139.0	6	12	4	12	2
20	12	8	„	12	1	10	2	12	4	163.0	6	12	4	12	2
20	13	8	„	12	1	10	2	12	4	163.0	6	12	4	12	2
22	12	8	„	12	1	10	2	12	4	187.0	6	12	4	12	2
25	13	8	$\frac{1}{2}$	18	1	9	$1\frac{1}{2}$	10	2	218.5	4	12	3	12	2
27	14	8	„	18	1	9	$1\frac{1}{2}$	10	2	241.0	4	12	3	12	2
30	15	8	$\frac{9}{16}$	19	1	9	$1\frac{1}{2}$	10	2	274.5	4	12	3	12	2
			$\frac{9}{16}$												
35	16	4	$\frac{9}{16}$	24	1	12	$1\frac{1}{2}$	12	2	311.0	3	18	2	18	2
			$\frac{5}{8}$												
40	17	8	$\frac{11}{16}$	24	1	12	$1\frac{1}{2}$	12	2	369.5	3	18	2	18	2
45	18	8	$\frac{7}{8}$	30	1	12	$1\frac{1}{2}$	12	2	422.0	2	18	2	18	2

(備考) 混凝土の割合は「セメント」-、砂二、砂利四、とす

螺旋鐵筋の直徑は凡て五番線 (BWG) とす

以上混凝土杭を設計するに當り考慮せる要點は概れ次の如し

從來設計又は施工せられたる鐵筋混凝土杭に於て特別の注意と考慮とを費やすに非ざれば其の杭頭は鐵槌の打撃により破壊せるもの多し

然れども又一方杭頭を保護するが爲め緩衝器を杭頭に使用せるものは打込みに著しく困難を感ずるを常とす、故に鐵筋混凝土杭の設計に當りては杭頭部の鐵筋配置に特別の考慮を費やし甚しき打撃を受くるも破壊すること少なく又緩衝材料の爲め打撃力を著しく減殺せらるゝことなきを期せざる可らず

杭頭の破壊を防止するには打撃力に抵抗する充分なる抗張筋即ち螺旋筋を密に使用し尙ほ頭部混凝土の壓挫を軽減するが爲め渦狀筋を使用するを適當と認めたり、又打撃力傳達の有様は其の杭頭に於て最も甚しく中間は比較的軽減せられ更に杭尖端部は地中の石塊其他の障礙物に突當りたる時に少なからざる衝動を感ずるものと想定することを得べし

本工事に使用する鐵筋混凝土杭に對し螺旋筋は杭の全長に亘りたれども此等の事實を考

慮し其の頭部と尖端部とに於て其の間隔を密にし中間に於て粗にせり、頭部には更に渦狀筋四枚を使用し其他は長柱式として充分なる様軸鐵筋量を定めたり、實地施行の結果杭頭部の破壊せるもの頗る稀なりし事實に鑑み其の後に至り渦狀筋四枚を二枚乃至一枚に減じたり、混凝土杭打込みに當り其の「キャップ」を如何なる構造のものとなすへきやは杭具物の配筋法如何に關す

杭の頭部に螺旋筋を施さゝるものは錘の打撃により其の頭部を破壊せらるゝを常とす、然れども螺旋筋を使用せる杭は適當なる設計の「キャップ」を使用することにより杭頭部の破壊を防止するを得べし

本工事に於ては先年米國「ミシシッピ」川橋梁鐵筋混凝土杭打込みの例に倣ひ第四號圖に示す如き「キャップ」を使用せり

實地施行の結果鐵筋混凝土杭の抵抗力以外に強く「キャップ」の構造及び方法を少しく簡單ならしむるも差支なきを認め、杭頭部の鐵輪を廢し緩衝板一枚乃至二枚とせるも杭頭の破壊を見ざりき

第六 基礎 工事

基礎工の詳細設計を終了せるも當時上部構造は其細部の設計製圖及び外濠に架すべき橋梁の設計未だ完結せざりしが工事の進捗を圖り外濠以北即ち龍閑河岸より萬世橋に至る區間二線路に必要な基礎工事に着手することとし先づ本區域内街路或は地下に於ける電燈電話、電信線、水道管、瓦斯管、下水管、通信用空氣傳送管の移轉並に街路上に於ける電車軌道を一時移轉するの必要あり其費用は本局に於て負擔すべきも工事は夫々所屬或は所有者に於て施行することを交渉し本工事施行に差支なき期間に於て夫々移轉を了せり

基礎本工事は其使用材料の内鐵筋材は製鐵所より購入し「セメント」は淺野「セメント」會社より購入して之を支給し其他の材料供給及び混凝土杭の製造打込、根堀、基礎混凝土、築造等は一括して指名入札に附し大正四年十一月廿五日大倉組と請負契約をなせり依て十二月一日より工區内神田小柳町に改良工事係詰所を新設し計敷の施工準備を整へたる上五年一月末より混凝土杭製造に着手せり其の順序は工場内に鍛冶工場を設けて沓鐵物を製作し又圓桿彎曲機螺旋狀及箍材製作器等を備へ又混凝土混捏機は「ランソム」型四臺を備へ隨所に据付け使用せり

(1) 杭 打 工 事

製造用型枠の形狀は第五圖に示す如く松材を以て組建て「ボルト」其他の鐵具に依り緊結せるものにして杭の長さ及び徑に應じて數十種を造り突き固めたる地盤上に並列せる軌條上に定置し杭の製造中其位置を變動せざる如くし別に組成せる鐵筋材を型枠内適當の位置に定置し混凝土を填充し製造後濕氣を以て覆ひ置き一週間内は常に撒水して濕氣を保たしめ一週間後に型枠の側面を外つし三週間にして全部を取外し四十日以上経過したる後打入するの規定にして五年三月十五日萬世橋方面より打ち立てに着手せり杭打機は蒸汽錘にして錘の重量三千封度衝程三十吋にして第六圖に示す如きもの及び他の形狀のものを使用し傾斜杭に對しては汽錘の導材の傾斜せるものを使用せり杭打機の數は初めは三臺にして漸次増加して最多の時は一日八臺を運轉し平均一日五臺なりし杭打機は初め上部二線路に必要な部分のみ施工する筈なりしが上部築造後に於ては數地内狹隘にして三線以下の基礎杭を打つに困難なるのみならず構造物に接近して杭打機をなすときは建造物に危害を與ふるの虞あれば上部工事に先ち基礎全部を施工するの必要あり六年五月追加工事として龍閑河岸黒門町間は第一線乃至第六線全部を施工することとしせり其杭の總數は九千二百八十一本なり而して七年一月杭の製造全部を終り同年五月五日打込全部を終了せり

杭打機一臺の工程は杭の長短地質の硬軟に依り異り又往々地中に舊家屋基礎或は古井戸等の存在することあり之等の障害を除去するに尠からざる困難あり隨て工程に著しき不同あれども一臺一日に付き十四本打入せるを最高とし平均は約四本なりし

杭打機に於て杭一本の支持すべき荷重は最大三十噸なれば前記蒸汽錘にて最終一打撃の

沈降度を定むるに次の諸式に依り計算せるに

(1) Engineering Formulae

$$P = \frac{2Wh}{s+0.1} \quad s = \frac{2Wh}{P} - 0.1 = \frac{2 \times 3000 \times 2.5}{67200} - 0.1 = -0.123''$$

(2) Trautwine Formulae

$$P = \frac{\sqrt[3]{h} \times W \times 0.023}{m(s+1)} \quad s = \frac{\sqrt[3]{h} \times W \times 0.023}{mP} - 1 = \frac{\sqrt[3]{2.5 \times 3000 \times 0.023}}{2 \times 30} - 1 = 0.561$$

(3) Savelle's Formulae

$$P = \frac{Wh}{\xi s} \quad s = \frac{Wh}{8P} = \frac{3000 \times 30}{8 \times 67200} = 0.167$$

(4) Bria's Formulae

$$P = \frac{h}{ms} \cdot \frac{Qq}{(Q+q)^2} \quad s = \frac{hQ^2q}{mP(Q+q)^2} = \frac{30 \times 3000 \times 6000}{2 \times 67200 \times (9000)^2} = 0.149$$

(1)(2)(3)式に於て W = 錘の重量(封度) h = 錘の落高にして(1)(2)式に於ては(呎)(3)式に於ては(吋) P = 安全荷重にして(1)(3)式に於ては(封度) (2)式に於ては(噸) m = 安全率にして 2. とす

(4)式に於て h = 錘の落高(吋) Q = 錘の重量(封度) q = 杭の重量(封度) 杭の大小に依り異なれとも長さ 30呎のものに就て計算し 6000封度とす m は(2)式に同じ

各式に於て s = 最終の打撃に於ける杭の沈降(吋)

Trautwine 公式に依りて計算したるものは沈降最大にして約 $\frac{1}{2}''$ 其他の式に於ては大略 $\frac{1}{8}''$ に近きを以て最終沈降度は $\frac{1}{8}''$ 即ち一分と規定せり

杭打機實施に際し概して平均最終沈降六七厘に達するまで打入したれども鍛冶町附近に於ては地質甚だ軟弱にして地盤下約六十尺までは泥土にして其以下に至らざれば砂層を見ず尙其泥土は弾力に富むが如く地盤下約二十二三尺までは漸次順當に沈降するも夫より以下は一打撃毎に杭の跳れ上りを生じ約二三尺打入せる後は一打撃毎に約一寸前後の跳れ上りを見終りに全く沈降なきに至る然れども三十分乃至一二時間休止したる後再び打撃を開始するときは初めは一回毎に五六分沈降するも漸次減少すると同時に跳れ上りを生じ一二尺前後打入せる後は再び前の状態に復し跳れ上りのみにて全く沈降なきに至る故に數回休止して 漸く長三十尺乃至三十五尺の杭を打入せり斯くの如き状態なるを以て杭の支持力は推定或は計算に信頼し能はざるに依り五年七月より九月に涉り此の附近に於て地質不良と認むる所三ヶ所及び地質良好にして安全なりと認むる所一ヶ所を撰定し實際に荷重を預荷し其の堪力を試験することとしせり其方法は一ヶ所に於て成る可く同様の沈降及び高さを有する杭四本を選び杭頭を一定の高さに切揃へ杭上には第一回試験の個所には長五尺五寸幅四尺五寸厚さ二尺の鐵筋混凝土版を取付け其他の個所には二個の鐵桁を併架し木材及び「ボルト」を以て之れを連結し其上部に荷重として軌條を積載せり荷重は杭一本に對し豫

定最大荷重三十噸の二倍既ち六十噸の割を以て一ヶ所毎に二百四十噸を積載せり而して荷重を漸次積載するに従ひ杭の沈降を測定する爲め田邊式撓度計測器を使用せり其方法は一個の鐵桿の兩端を二個の杭側に挿入定着せしめ此鐵桿より銅線を垂直に張り其下端に螺旋狀「パネ」を附し更に之を地盤に打込みある木杭の上部に定着せしめ計測器は杭の中間に架設せる軌條上にありて微動をも生ぜざる臺上に置き計測器に附せる槓杆にて前の銅線を挟ましむ然るときは杭の沈降するに従ひ銅線は其全長を減じ之を挟める槓杆の位地を動かし其移動程は十倍の大きさを以て計測器の「ローラー」上に取付ある紙面に現はるゝ装置なり而して之と同時に別に定木を作り各杭の側面に於て移動せざる様に地盤上に取付け置き杭の大體の沈降を測定すべき装置となし置きたり

試験の爲めに選定せしは次の四個所にして其位置及び杭の要項は次の如し

試験回数	個所	杭番 製造日	打月 立日	製造 打立 までの 日数	杭長 (尺)	最終沈 降(尺)	杭尖端 の高 (零位 より)	最後の 跳ね上 り(約尺)	荷重試 験執行 月日	杭打立 最 終日 の 日数	
											69
第一回	第二鍛冶町 第一線七號拱 脚	11	2.21	5.10	78	30	.001	- 8.8	05	五年七月十一日	69
		12	2.21	5.10	78	30	.001	- 9.6	.05	五月十一日	69
		17	3.20	5.6	47	30	.0015	- 7.1	.05	同日	73
		18	3.20	5.6	47	30	.001	- 8.2	.05	同日	73
第二回	第一鍛冶町 第一線二號拱 脚	11	3.9	6.12	95	27	.001	- 8.9	0	八月十二日	65
		12	3.9	6.12	95	27	.001	- 8.9	0	同日	65
		17	3.6	6.11	97	27	.001	- 9.5	0	同日	66
		18	3.6	6.11	97	27	.001	- 9.3	0		66
第三回	第二鍛冶町 第二三線二號 拱脚	18	6.4	8.9	66	30	.0005	- 9.0	.11	八月二十日	16
		19	6.4	8.9	66	30	.0005	- 9.6	.08	同日	16
		28	6.5	8.9	65	30	.0005	- 9.4	.11	同日	16
		29	6.4	8.9	66	30	.0005	- 11.5	.11		16
第四回	第二鍛冶町 第二三線四號 拱脚	14	3.23	7.4	103	30	.002	- 12.0	.07	九月十七日	93
		15	3.23	7.4	103	30	.001	- 11.5	.08	同日	93
		24	3.27	7.7	102	30	.0005	- 11.0	.08	同日	90
		25	3.30	7.7	99	30	.0005	- 11.5	.06		90

第一回試験

地盤は軟弱なる所にして杭打工の際跳ね上りは最大約五分にして杭は十回の打撃にて最終漸く一分沈降せるに過ぎず

試験は五年七月十一日に着手し四個の杭上に築造せる鐵筋混凝土版上に總計四十八噸即ち杭一本に付き十二噸の荷重を積載せし迄は杭は沈降の形跡なかりしが當日降雨の爲め其儘静止し置きたるに翌日午前に至り東側に於て二厘西側に於て四厘の沈降あるを認めたり爾後荷重の増加に従ひ沈降も増加し其詳細は別表に示す如くなるが總荷重百二十拾噸即ち杭一本上に實際受く可き荷重三十噸を積載せるとき七厘五毛及び一分〇八毛の沈降あり尙沈降の増加するや否やを知らんが爲め此荷重を積載したる儘にて數日間静止せるに沈降は漸次増加し六十二時間にして約四厘余を増加せり以後更に荷重を塔載せるに其増加するに従ひ沈降は益々増加し總計二百四十噸即ち杭一本に實際受く可き荷重の二倍を積載せしとき東側に於て八分五厘西側に於て一寸一分の沈降を現はし二十四日に至るまでに尙五分乃至六分を増加せり其後尙撓度計上に多少移動ある如き現象ありたれども之れは果して杭の沈降なるや將た銅線が温度の爲めに伸縮する結果なるや又は他の原因なるや明瞭ならざるを以て八月八日觀測を終了せり

月	日	時	積載荷重(噸)		毎回沈降(分)		沈降累計(分)	
			毎回	累計	東側	西側	東側	西側
7.	11	后 6-00	39.7	39.7				
	12	前 10-00	8.3	48.0				
	13	前 9-00			.20	.40	.200	.400
		前 10-00	10.06	58.06			.200	.400
	14	前 9-30			.06	.050	.260	.450
		正午	31.20	92.26	.135	.185	.395	.635
		后 4-30	27.85	120.11	.360	.440	.755	1.075
	15	前 7-00			.255	.295	1.010	1.370
	16	前 9-00			.125	.125	1.135	1.495
	17	前 7-00			.035	.035	1.170	1.530
		正午	22.80	142.91	.180	.180	1.350	1.710
		后 4-30	17.12	160.03	.460	.460	1.810	2.170
	18	前 7-15			.305	.325	2.115	2.495
		正午	39.48	199.51	1.025	1.615	3.140	4.110
		后 7-0	40.52	240.03	5.420	6.910	8.560	11.920
	19	前 8-0			3.770	5.480	12.330	16.500
	20	前 8-0			.700	.730	13.030	17.230
	22				.230	.120	13.260	17.350
	24				.130	.040	13.390	17.390
	27				.090	.030	13.490	17.420
	8.	8			.460	.290	13.940	17.710
			荷重取卸	毎回取卸	積載荷重	浮上り	浮上り累計	
	8.	9	前 7-10		240.03			
		后 6-15	40.30	199.73		.240		.240
	10	前 11-0	30.43	169.30		.250		.490
	11	后 6-0	66.94	102.36		.650		1.140
	13	后 6-0	23.16	79.20		.200		1.340
	14	后 4-50	79.20	0		1.000		2.340

八月九日より荷重取卸しを始め同十四日終了せり荷重取卸と共に杭は漸次浮上り最終に於て二分三厘餘の浮上りを生ぜり之れ地盤が弾力性なると及び杭自身荷重の爲めに壓縮されたる爲ならん

試験成績の詳細は上表に示すが如し實際試験中は毎時間に又載荷休止中は毎時或は一日に二三回觀測せしが本表は之れを簡略にせり他の三表に於ても又同じとす

第二回試験

第二回試験の位置は地質の良好なる所にして杭打工の際更に跳れ上り等の事なく杭上支持力に對しては不安を感じる事なく従て試験執行の必要なきが如しと雖も此の如き所に於ても精密なる器械に依りて觀測すれば荷重滿載の際は杭の壓縮又は沈定の爲め其上部には多少沈降せる如き狀を現はすべく夫等を測定して他の不良の地質に於けるものと比較せんが爲めに執行せり杭上の裝置は第一回のもと同一なれども只杭上に混凝土版を築造する代りに鐵桁二個を併架し之を木材及び「ボルト」にて連繋せるものを使用せり試験の詳細は別表の如く最終に於て一分二厘乃至一分五厘弱の沈降を示せるも荷重取卸後は五厘乃至七厘の浮き上りを生じたり之杭が荷重の爲めに壓縮されたる爲めならん今試に荷重の爲めに杭の壓縮さるゝ量を計算せんに

月 日 時	積載荷重(噸)		毎回沈降(分)		沈降累計(分)	
	每 回	累 計	南 側	北 側	南 側	北 側
8. 12 后 5—30	54.10	54.10		.03		.03
13 正午	46.50	100.60	.04	.10	.04	.13
后 5—30	19.40	120.00	.05	.08	.09	.21
14 后 6—0		”	.02	.09	.11	.30
15 正午	39.30	159.30	.16	.16	.27	.46
后 5—0	25.70	185.00	.22	.21	.49	.70
16 前 11—0	42.00	227.00	.36	.37	.85	1.07
后 2—30	13.00	240.00	.23	.22	1.08	1.29
17 前 8—0			.07	.10	1.15	1.39
18 前 8—0			.03	.10	1.18	1.49
荷 重 取 卸	每 回	積 載 量	毎回浮上り(分)		浮上り累計(分)	
8. 19 前		240				
19	55	185			0	0
21	71	114	.24	.31	.24	.31
24	114	0	.34	.41	.58	.72

杭の斷面積=1.128㎡=162.4〇〇

杭上の荷重=60T=134,400*

杭の斷面每平方吋上の荷重=134,400÷162.4=828

混凝土に對する E=2,000,000.

杭の壓縮は上部は直接に受くれども下部に至るに従ひ減少すべし故に長の三分の二即ち18尺の處まで一様に壓縮の影響を受くるものと假定せば

總壓縮量=18×828÷2,000,000=0.00745 即ち約七厘餘なれば浮き上りたる量は杭が壓縮されたる爲めならん

第三回試験

第三回の試験位置は地盤の軟弱なる所にして第一回に試験せし位置より杭の跳れ上りは大なり試験裝置は第二回のもと同じきも荷重に比し沈降度は多く特に荷重の稍増加するに従ひ沈降は急劇に増加し八月二十五日正午までに總計百九十一噸余を積載せし時既に六分乃至一寸一分の沈降を現はせり時恰も正午なりしを以て休憩し居たるに午後一時に至り俄然各杭は約三尺の陥落を來たし積載せる軌條が地盤の爲めに支へらるゝに至りて停止せり一時間の休憩中に杭は靜置せる荷重の爲めに沈降せしならんも陥落の爲め計測器破壊し其沈降量を測定し能はざりしは遺憾なりし

此陥落の急劇なりしは當時作業休憩中なりしを以て二三の人夫は積載せる軌條の下部と地盤との間にある約三尺の空所に休憩し居たるが俄に陥落の音響に驚き避難せしも内一名は其間を得ず不幸にも軌條の爲めに壓死するの悲惨を現はせし事實に依りても想像するを得べし

斯く急劇に沈降陥落せしは杭の周圍に於ける摩擦抵抗力が積載せる荷重に堪へざりし爲めならん

此狀況に於ける時の荷重より杭の周圍に於ける平均摩擦抵抗力を推定せんに杭の徑は十五吋にして其周圍の長さ4.15呎にして地中に打ち込みたる杭の長さは二十六呎なれども上部約四呎は地質鬆粗なる所なるを以て摩擦抵抗力なきものと假定せば

四本の杭の表面積 4×4.15×22=365.2 平方呎

$$\text{每平方呎上摩擦抵抗力} = \frac{191.3 \times 2240}{365.2} = 1173. \text{ 封度} = .524 \text{ 噸}$$

月 日 時	積載荷重(噸)		毎回沈降(分)		沈降累計(分)	
	毎 回	累 計	南 側	北 側	南 側	北 側
8. 20 正午	25.00	25.00	.18	.20	.18	.20
后 5-10	35.00	60.00	.46	.45	.64	.65
24 正午	40.00	100.00	.39	.39	1.03	1.04
后 6-20	48.29	148.29	1.45	1.48	2.48	2.52
25 前 6-30	6.91	155.20	.05	.09	2.53	2.61
7-30	7.70	162.90	.22	.28	2.75	2.89
8-30	7.10	170.00	.27	.42	3.02	3.31
9-30	4.38	174.38	.22	.68	3.24	3.99
10-0	3.62	178.00	.48	.58	3.72	4.57
11-0	7.69	185.69	1.72	1.45	5.44	6.02
正午	5.67	191.36	1.00	5.34	6.44	11.36

第三回試験地は第一回のものに比し地質に於て大差なく只杭打工の際跳れ上りの少しく大なるのみなるか其結果に於て以上の如く相違せるは杭打後試験執行迄の経過日数は第一回に於ては六十五日なるに第三回に於ては僅々十六日にして杭の周囲が地盤に密着固定せざりしに依るならんか

本試験に供せし杭は其後百七十四日を経過し大正六年二月十五日に至り蒸汽錘を以て其上部を更に打撃せしに No 19 杭は最初殆ど沈降なく打撃に従ひて漸次沈降を表はし最終沈降は十回にて一分乃至一分五厘總計二百四十回の打撃にて三寸沈降し最終跳上り約四分 No 18 は三百二十回にて八分沈降最終跳れ上り約三分 No 29 は No 18 に殆ど同じく No 28 は No 19 に殆ど同じく百二十回の打撃にて沈降一寸五分跳れ上り約三分なりし

即ち相當月日数を経過せし後は他の杭と殆ど同一の結果を現はせり

第四回試験

本試験の位置は第二鍛冶町にして第一回及び第三回の試験の位置と地質に於て大差なく又杭打の際に於ける状況も略同一なりしが只杭打後試験執行迄の経過日数は最も長し

月 日 時	積載荷重(噸)		毎回沈降(分)		沈降累計(分)	
	毎 回	累 計	南 側	北 側	南 側	北 側
9. 17 正午	16.0	16.0	.05	.10	.05	.10
后 6-0	44.0	60.0	.10	.35	.15	.45
18 后 6-0			.13	.10	.28	.55
20 后 6-0			.11	.05	.39	.60
21 正午	41.0	101.0	.31	.37	.70	.97
后 4-30	19.0	120.0	.21	.24	.91	1.21
22 前 6-30			.14	.15	1.05	1.36
后 6-0			.11	.08	1.16	1.44
28 后 6-0			0	0	1.16	1.44
29 正午	36.0	156.0	.23	.32	1.39	1.76
后 3-20	24.0	180.0	.45	.45	1.84	2.21
30 前 7-30			.41	.30	2.25	2.51
后 6-0			.18	.18	2.43	2.69
10. 1 后 6-0			.11	.05	2.54	2.74
4 后 6-0			.03	.04	2.57	2.78
5 正午	33.0	218.0	.39	.45	2.96	3.23
后 4-0	22.0	240.0	1.69	1.06	4.65	4.29
后 5-20			.48	.21	5.13	4.50
6 前 7-0			1.05	.68	6.18	5.18
7 前 7-0			.35	.22	6.53	5.40
8 后 5-0			.31	.38	6.84	5.78
9 后 5-0			.03	.02	6.87	5.80
荷 重 取 卸						
	毎回取卸	積載量	毎回浮上り	浮上り累計		
10. 15		240.0			0	0
前 11-0	22.0	218.0	.04	.10	.04	.10
16 后 3-0	42.0	176.0	0	.26	.04	.36
17 后 3-0	49.0	127.0	.28	.37	.32	.73
18 后 3-30	53.0	74.0	.40	.52	.72	1.25
19 后 5-0	74.0	0	.74	.96	1.46	2.21

本試験は全荷重を四回に分ち毎回六十噸づゝ積載し積載後数日間静置の儘経過せしめ其間に於ける沈降即ち荷重を増加せずして期日の経過に従ふ沈降を測定せんとせり其装置は前数回の分と同一なり此結果に依れば荷重を積載せし翌日は幾分沈降を生ずれども其以後

に於ては極めて少数にして数日後には紙面上に僅かに針端移動の痕跡を認むるに過ぎざりし

以上四回の試験中第二回の分は地質の安全と認むる所なれども一本の杭上に六十噸を積載し精密に観測する時は杭の壓縮或は沈定の爲め尙一分内外の沈降を現はす又他の三回の試験は地質に於て略同一と見做され得るも其結果に於て差違あるは杭の打ち立より試験執行までの経過日數に依り杭と地盤との密着力の増加せる程度に依るものならんか

以上試験結果の要項を再記すれば次の如し

試験回数	地質	杭打ち立より試験までの経過日數	杭の平均沈降(分)				載荷後數日を経たる最大沈降	荷重除去後浮上りたる差引たる沈降
			荷重15噸	30噸	45噸	60噸		
第一回	軟弱	72	.35	.92	2.71	9.79	15.83	13.49
第二回	堅硬	65	.03	.15	.60	1.19	1.33	0.68
第三回	軟弱	16	.65	1.51	4.15	* 8.90		
第四回	軟弱	92	.30	1.06	2.03	4.47	6.34	4.50

* は載荷重百九十一噸一分即ち杭一本に付き四十七噸八分の時の沈降なり

軟弱なる地盤に於ては前表の如く豫定荷重三十噸に對して一分内外の沈降あり尙時日を經過せば之より増加すべく斯る地盤の上に拱橋の基礎を築造するは不安定なるを以て種々研究の結果軟弱なる部分即ち第一第二鍛冶町橋に於ては拱橋を廢し既定拱脚の中間に更に一個の脚を築造し純徑間十五呎の單桁式「スラブ」橋を架設することとせり然る時は杭一本の上に實際に受くべき最大荷重は十五噸にして此荷重に對しては杭は安全なるものと思ふ

斯く決定して工事を進捗せしめ一個所の橋臺或は拱脚の杭打を終るや杭頭は混凝土を崩解し其高さを一定し鐵筋材を露出し之を彎曲して基礎鐵筋混凝土中に收容せしむる如くせり

杭の打込み前其長さを選定するには地質の状況を考へ細心の注意を用ひ打込み後成るべく過不足なからしめんとせしめ地質の變化甚だしき所多きを以て打込み後長さの不足せるものあり又剩餘を生ぜるものあり甚だしきに至りては僅か三尺を距りたる隣接せる杭に於て兩個の杭の長さに七八尺異なるあり斯の如くなるを以て其不足せるものは其上部を崩し鐵筋を補足し現場に於て混凝土を築造し杭長の餘れるものは切斷して周圍の混凝土を崩し内華鐵筋材は再び適當の個所に使用することとせり

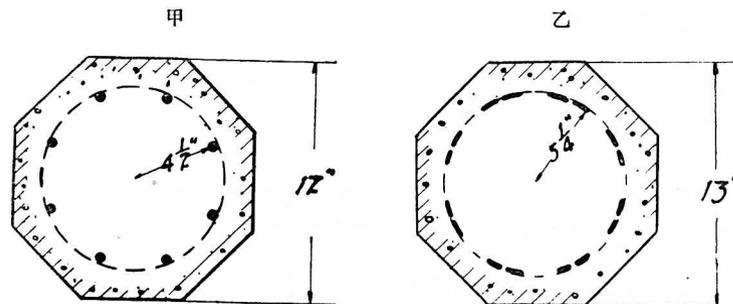
杭打中時として古井戸或は其他孔形の遺跡かと想像せらるゝ所に當り杭の建込み後一撃直ちに數尺乃至十數尺降下せるものあり斯くの如き所に於ては杭上に更に杭を繼ぎ重ね所定の打止りに達する迄打ち込みたるが之等は鍛冶町附近に於て最も多く其數十個所に達し多くは杭の總長六十尺乃至七十尺なりしが内最も甚だしきは第三鍛冶町橋に於て四本を

連続して打込み其總長百尺以上に達せるものありたり

杭頭を揃へたる後杭の間隙は杭頭より約一尺五寸の泥土を取除き厚さ一尺の割栗石及び五寸の普通混凝土を築造し其上部は第十一圖の如き構造の鐵筋混凝土を築造して基礎となせり

(参考) 杭打工事中廣井工學博士の助言に依り試に竹筋混凝土を製造し打立てたり元來鐵筋混凝土杭は打立てを終りたる後は壓力は混凝土にて支持し取て鐵筋材の必要あらざるべきを以て杭の斷面積を相當増加せば可なるべく其製造及打立作業中混凝土の龜裂及折損を防ぐには竹筋にても可なるべしとの理由にて試製せる竹筋杭の斷面は次の如く定めたり

第二十三圖



鐵筋混凝土杭の斷面は甲圖の如く八角形にて徑十二吋長二十七尺とし其鐵筋材内部の有効斷面積は 63.62 平方吋にして鐵筋材は徑 $\frac{7}{16}$ 吋の圓杆八本を用ひ其斷面積 1.2 平方吋なり之と同一の強度の竹筋杭斷面を乙圖の如くし竹筋材は $\frac{3}{4}$ 吋 \times $\frac{3}{16}$ 吋 斷面のもの貳本づゝ八ヶ所にて十六本を使用す此斷面積 2.25 平方吋とす

竹筋杭の所要斷面積は鐵筋杭の有効斷面積に將來腐朽すべき竹筋材の斷面積を加へ尙之に鐵筋材斷面積の十五倍を加へたるものなるべし即ち

$$63.62 + 2.25 + 15 \times 1.2 = 83.87 \text{ 平方吋}$$

にして八角形竹筋杭の徑を十三吋とし竹筋の位置を中心より 5/4 吋とせば其有効斷面積は 86.59 平方吋なるを以て之を竹筋杭の所要斷面とせり竹筋杭製造は徑二寸長三間及二間の青竹材より竹筋材として所要斷面のものを作り乙圖の如く配列し周圍箍材として八番鐵線鋼を以て巻繞し沓鐵物は混凝土杭と同一のものを使用し大正五年七月二十四日三本を製造し七十五日乃至百二十九日を経て全年十月七日より十一月三十日までに之を打入せり

竹筋材は鐵筋に比し屈曲し易きを以て其製作多少困難なり混凝土打込には大差なきも凝結後其横折に抵抗すべき力は必ず少かるべきを以て打立に際し取扱上細心の注意を拂いたれども垂直に打立てたる二本の内一本は取扱中一本は打立作業中龜裂を生じたり然れども大なる故障なく打立を終了せり

一本は三分の一の傾斜杭に用ひたるが此場合には龜裂甚しく完全に作業するを得ず僅か

に打立を終りたるか之れに相當の壓力を支持せしむるは危險なる如く思惟さる

而して之等兩種の工費を比較するに鐵筋杭にありては

鐵筋材	$211.4 \times .075 = 15.855$
セメント	$1.2 \times 3.550 = 4.260$
製造及打立費	$1 \times 20.570 = 20.570$ (請負額)
	<u>40.685</u>

竹筋杭は其製造及打立は鐵筋杭と同一單價を以て請負はせたるを以て試製の三本に對する工費は次の如し

竹材徑二寸長三間	$8 \times .900 = 6.400$
同 長二間	$8 \times .500 = 4.000$
八番鐵線	$1200 \times .007 = 8.400$
沓鐵物	$82 \times .075 = 6.150$
混凝土増加	$3.9 \times .350 = 1.365$
セメント	$4 \times 3.550 = 14.200$
製造及打立費	$3 \times 20.570 = 61.710$
	<u>102.225</u>

一本に付 34.075

即ち鐵筋杭に比し一本に付 6.610圓一呎に付 .245圓の減額なり試験杭に於ては其製造及打立は鐵筋杭と同一の單價を以て請負はせたるも實際に於ては製造は鐵筋杭より困難にして又打立の際運搬及取扱に細心の注意をなまざれば龜裂を生じ易し故に製造及打立費は増加すべく一本に付ての減額は四圓内外なるべく鐵筋杭に比し約一割を減するに過ぎず而して其打立後の成績は鐵筋杭に及ばざること遠く尙若し執業中誤て多少の折損を生ずることあれば經濟上に於て有利なりと云ふを得ざるべし

(2) 杭打施行の要項

鐵筋混凝土杭の總數は九千二百八十一本にして大正五年一月廿九日其製造に全年三月十五日打立に着手し七年五月四日打立全部を終了せり此間日數七百八十一日內降雨其他にて休業せる日數百二十四日就業日數六百五十七日にして平均一日の工程十四本一分なりとす

今本工事に關し諸種の要項を列記すれば左の如し

各橋梁別杭の數量 打込みたる杭の數量を各橋梁に別ち且つ上部工事を施行せる第一線第二線路の分と基礎のみ施工せる第三線乃至第六線分とを區別するとき次表の如し

	杭の大小		龍 閑 河 岸 橋	龍 閑 橋	第 一 本 銀 町 橋	第 二 本 銀 町 橋	西 今 川 町 橋	千 代 田 町 橋	新 石 町 橋	新 石 橋	第 一 鍛 冶 町 橋	第 二 鍛 冶 町 橋
	徑	長										
第一 第二 線 路 分	12'	18'	50	13	91	24	60	75	5			
	"	20						18	5			
	"	22	1					30	157	15		1
	13	20	36	13	111	57	1	270	90	8		
	"	25						1	20	9	45	
	14	27									247	160
	15	30									423	613
	16	35									11	32
	17	40									10	27
	18	45										2
"	48										1	
"	50										4	
	計		87	26	202	81	61	394	280	32	738	840
第三 線 乃 至 第 六 線 路 分	12'	18'	84	22	145	51	41	128	7			
	"	20							7			
	"	22						27	19	12		
	13	20	73	36	359	104	80	510	5			
	"	25				1		13	51	27	49	
	14	27						20	1	29	677	45
	15	30						5			226	381
	16	35									4	18
	17	40										1
	18	45										
"	48											
"	50							1				
	計		157	58	504	156	121	704	90	68	956	445
	總計		244	84	706	237	182	1098	370	100	1694	1285

	杭の大きさ		大通橋	第三鍛冶町橋	鍋橋	黒門町橋	第一小柳町橋	第二小柳町橋	萬世橋	合計	全部總計 第一線第六線
	徑	長									
第一第二線路分	12"	18'								318	
	"	20								23	
	"	22							3	207	
	13	20							18	604	
	"	25				32	17		20	144	
	14	27	69	50	46	307	70	43		995	
	15	30	1	79	4	195	214	171		1700	
	16	35		24		18	183	202		470	
	17	40		36		4				77	
	18	45								2	
"	48								1		
"	50								6		
	計		70	189	50	556	484	416	41	4547	
第三線乃至第六線路分	12"	18'								478	796
	"	20								7	30
	"	22								58	265
	13	20								1167	1771
	"	25				67				208	352
	14	27	106	172	90	569				1709	2704
	15	30	33	37	20	355				1057	2757
	16	35	5	11		5				43	513
	17	40		3						4	81
	18	45		2						2	4
"	48									1	
"	50								1	7	
	計		144	225	110	996				4734	9281
	總計		214	414	160	1552	484	416	41	9281	

杭の容積及鐵筋材 杭の長さに依り其容積及び設計上鐵筋材の所要數量等を掲ぐれば次表の如く

杭長 (呎)	徑 (吋)	斷面積 (平方呎)	容積 (立方呎)			鐵筋材割合 (百分率)	杭の重量 (噸)
			鐵筋材	混凝土	計		
18	12	.828	.19	14.05	14.24	1.67	.99
20	"	"	.21	15.69	15.90	1.62	1.11
22	"	"	.23	17.33	17.56	1.57	1.22
20	13	.972	.27	18.33	18.60	1.74	1.30
25	"	"	.35	23.11	23.46	1.74	1.64
27	14	1.128	.39	29.02	29.41	1.50	2.04
30	15	1.294	.52	37.01	37.53	1.56	2.61
35	16	1.473	.70	49.29	49.99	1.55	3.47
40	17	1.663	1.02	63.62	64.64	1.70	4.50
45	18	1.864	1.93	79.71	81.64	2.46	5.78
48	"	"	2.08	85.15	87.23	2.48	6.17
50	"	"	2.16	88.80	90.96	2.47	6.44

杭長 (呎)	徑 (吋)	軸材		箍材		頭部螺 旋材		脊鐵物 (厚No8)		鈎鐵物 重量	重量 合計 (磅)
		員數及大小	重量	延長	重量	延長	重量	面積	重量		
18	12	8-7/16"×18'	73.6	142	18.0	17	1.6	3.15	21.1	2.1	116.4
20	"	8-7/16"×20	81.8	152	19.3	17	1.6	3.15	21.1	2.1	125.9
22	"	8-7/16"×22	89.9	163	20.7	17	1.6	"	21.1	2.1	135.4
20	13	8-1/2"×20	106.7	162	20.6	22	2.1	4.05	27.2	2.3	158.9
25	"	8-1/2"×25	133.4	272	34.5	22	2.1	"	27.2	2.3	199.5
27	14	8-1/2"×27	144.1	316	40.1	27	2.5	"	27.2	2.4	216.3
30	15	8-9/16"×30	202.8	373	47.4	33	3.1	4.54	30.4	2.5	286.2
35	16	4-9/16"×35	264.3	574	72.9	39	3.7	5.30	35.5	3.3	379.7
40	17	8-11/16"×40	403.8	693	88.0	47	4.4	5.54	37.2	5.0	538.4
45	18	16-7/8"×24	784.9	1160	147.3	54	5.1	6.11	41.0	7.2	985.5
48	"	16-7/8"×26	850.3	1237	157.1	54	5.1	"	41.0	7.2	1060.7
50	"	16-7/8"×27	883.0	1288	163.6	54	5.1	"	41.0	7.2	1099.9

以上の規定に依り各種杭の員數を豫定し鐵筋材を購入せり而して其實際に使用せし數量及び各杭に區別したるものは次表の如しとす

種類	大 小	員 數	總延長	一呎重量	總 重 量		
					封 度	噸	
丸 鋼	7/8"-27'-0"	400	10800	2.041	22046	9.842	
	" -26 0	709	18434	2.030	37419	16.705	
	" -24 0	1251	30024	2.038	61186	27.315	
	3/4"-17 0	41	697	1.500	1045	.467	
	11/16"-40 0	2744	109760	1.242	136293	60.845	
	5/8"-35 0	1855	64925	1.043	67707	30.226	
	" -15 0	164	2460	1.047	2576	1.150	
	9/16"-35 0	3560	124600	.844	105210	46.969	
	" -30 0	26182	785460	.844	663300	296.116	
	" -17 0	286	4862	.842	4095	1.828	
	1/2"-27 0	13600	367200	.669	245537	109.615	
	" -25 0	2880	72000	.670	48228	21.530	
	" -22 0	1520	33140	.670	22410	10.005	
	" -20 0	8433	168660	.670	112985	50.440	
	" -18 0	960	17280	.668	11543	5.153	
	" -17 0	250	4250	.667	2835	1.266	
	" -16 0	790	12640	.668	8439	3.767	
	" -12 0	719	8628	.670	5780	2.580	
	7/16"-22 0	2456	51032	.511	27614	12.328	
	" -20 0	240	4800	.511	2452	1.095	
	" -18 0	240	4320	.511	2206	.985	
	鋼 線	3/16		100201	.096	9613	4.292
		No.5 BWG		2721244	.130	352722	157.465
薄 鋼 板	No.8-17"×80"	200	18880'0	6.710	12677	5.659	
	" -19×92	1014	12308.8	6.720	82700	36.920	
	" -20×98	856	11651.1	6.720	78295	34.953	
	" -22×104	145	2303.9	6.670	15370	6.862	
	" -23×104	265	4400.0	6.520	28691	12.808	
	" -24×110	275	5040.8	6.610	33341	14.884	
	" -27×122	55	1253.4	6.750	8495	3.792	
總 計					2212810	987.862	

以上鐵筋材重量を其用途に依り各種の杭に區別すれば次表の如し

杭の徑(吋)		12	12	12	13	13	14	15
杭の長(呎)		18	20	22	20	25	27	30
杭の員數		796	30	265	1771	352	2704	2757
軸 材	丸鋼7/8"				104008	9978	52290	
	11/16							
	5/8	8760						
	9/16	42391			9309		100141	558770
	1/2	19137			99252	43564	290889	
	7/16	2206	2452	23836	3778			
箍 材	No.5線	14281	576	5457	36249	12096	107957	129930
頭部螺旋	3/16"線	510	19	220	1469	292	2753	3428
鈎 鐵 物	徑 7/8"							
	3/4							
	11/16							
	5/8							1586
	9/16				175	892	6850	6290
	1/2	1383	56	458	2951			67
沓 鐵 物	厚No.8	16482	634	5305	48119	9624	73231	84152
合 計		105150	3737	35276	305310	76446	634111	784223
杭一本に 付平均	軸 材	91.1	81.7	90.0	122.2	152.1	164.0	202.7
	箍 材	17.9	19.2	20.6	20.5	34.4	39.9	47.1
	其 他	23.1	23.7	22.5	29.7	30.7	30.6	34.6
合 計		132.1	124.6	133.1	172.4	217.2	234.5	284.4
杭一本規定重量		116.4	125.9	135.4	158.9	199.5	216.3	286.2
規定に對する割合		113.5	99.2	98.3	108.5	108.9	108.4	99.4
混凝土容積に對するに總鐵筋材割合		1.89	1.60	1.55	1.89	1.89	1.63	1.55

杭の径(吋)		16	17	18	18	18	合計
杭の長(呎)		35	40	45	48	50	
杭の員數		513	81	4	1	7	9281
軸材	丸鋼 $\frac{7}{8}$ "	47980		3130	844	6173	120395
	$\frac{11}{16}$		32186				136194
	$\frac{5}{8}$	58947					67707
	$\frac{9}{16}$	47787					758398
	$\frac{1}{2}$						452842
	$\frac{7}{16}$						32272
箍材	No.5線	37203	7092	586	156	1139	352722
頭部螺旋	$\frac{3}{16}$ "線	754	144	8	2	14	9613
鈎鐵物	徑 $\frac{7}{8}$ "		161	32	10	53	256
	$\frac{3}{4}$	739	306				1045
	$\frac{11}{16}$	99					99
	$\frac{5}{8}$	990					2576
	$\frac{9}{16}$						14207
	$\frac{1}{2}$						4915
沓鐵物	厚No.8	18614	2923	162	40	283	259569
合計		213113	42812	3918	1052	7662	2212810
杭一本に付平均	軸材	301.6	397.3	782.5	844.0	881.9	168.9
	箍材	72.5	87.6	146.5	156.0	162.7	38.0
	其他	41.3	43.6	50.5	52.0	50.0	31.5
	合計	415.4	528.5	979.5	1052.0	1094.6	238.4
杭一本規定重量		379.7	538.4	985.5	1060.7	1099.9	
規定に對する割合		109.4	98.2	99.4	99.2	99.5	
混凝土容積に對する總鐵筋材割合		1.70	1.67	2.45	2.46	2.46	

實際使用せし數量が規定の數量に對し増加せるは實施の結果杭は豫定より長大のものを減し短少のものを増加せるか鐵筋材は豫め準備購入せるを以て之を種々に流用し多少直径の異なる圓桿を使用せるものあるに依り又重量の減少せるは杭頭に於ける螺旋材は實施の結果其數を減少するも差支なきを認めたと又沓鐵物に於て小なる鐵板を接合して用ひたるに依る

杭製造用「セメント」使用せし「セメント」の總數量は次の如し

杭 径	杭 長	杭員數	セメント總數量(樽)	平均一本に付(樽)	杭 径	杭 長	杭員數	セメント總數量(樽)	平均一本に付(樽)
12	18	796	549	.690	16	35	513	1241	2.419
20	20	30	23	.767	17	40	81	253	3.123
22	22	265	226	.853	18	45	4	16	4.000
13	20	1771	1594	.900	48	48	1	4	4.000
25	25	352	399	1.134	50	50	7	31	4.429
14	27	2704	3855	1.426	繼 杭 用 計			41	
15	30	2757	5008	1.816				9281	13240

杭製造及打込に要したる職工人數 大正四年拾二月より同七年五月に至る間に於て混凝土杭製造及び打込に使用せし職工人夫の總延數は次表の如し

種 目		人 員
鐵筋混凝土杭製造	組立	8999
	同上	3331
	杭製造後取外し	2641
	掃除其他	4120
	鐵桿屈曲直し	2741
	鐵筋材製作及組立	5657
	沓鐵物製作	1622
	手傳	1553
	混製	18695
	凝土造	847
軌條布設、杭運搬其他	23265	
雜用	測量竹矢來其他	772
	同上	1471
	雜役	7677
小計	83391	
同上	機關手及火夫	6755
	杭打立用	16550
	雜用	1219
	同上	631
打立	同上	2944
	雜用	386
	測量其他	735
同上	同上	3839
	雜役	33059
小計	116450	
合計		

上表に依り各種の杭一本に對する職工人夫の平均數を求めんに精確には區別し難しと雖とも其大畧を推算せんが爲めに各種の杭に對し大畧次の比例を有すると假定す

杭の製造に於て型枠組立、取外し及掃除等は使用せる木材の數量(大畧徑及長さの乗積に比例す)に比例し沓鐵物製造は實施の結果其徑の最大のものは最小のものゝ約二倍とし鐵筋材組立及雜用鍛冶工等は杭の長さ(呎)に混凝土打込及火夫は杭の容積に運搬及雜用は杭の長さ及大きさに比例するものとし杭打立工に於て機關手火夫及打立人夫は杭の長さ及大きさに比

杭の徑(吋)		12	12	12	13	13
杭の長(呎)		18	20	22	20	25
製	型枠組立用大工	.57	.63	.69	.68	.85
	同 手傳人夫	.21	.23	.26	.25	.31
	枠取外し及掃除用大工	.43	.47	.52	.51	.64
	鐵筋材屈曲直し鍛冶工	.20	.23	.25	.23	.28
	鐵筋材組立 同上	.42	.47	.51	.47	.58
	沓鐵物製作 同上	.14	.14	.14	.16	.16
	以上手傳人夫	.12	.13	.14	.13	.16
	混凝土打込用大工	.98	1.09	1.20	1.28	1.60
	同「ミキサ」用火夫	.04	.05	.05	.06	.07
	杭運搬軌條布設其他	1.46	1.62	1.78	1.76	2.19
	雜用大工	.05	.06	.06	.06	.07
	同 手傳人夫	.09	.10	.11	.11	.14
同 並人夫	.48	.54	.59	.58	.72	
小 計	5.19	5.76	6.30	6.28	7.77	
打立用	機關手及火夫	.42	.47	.52	.51	.64
	打立用 人夫	1.04	1.15	1.27	1.25	1.46
	雜用 大工	.17	.17	.17	.18	.18
	同 鍛冶工	.07	.07	.07	.07	.07
	同 人夫	.77	.78	.79	.80	.80
小 計	2.47	2.64	2.82	2.81	3.15	
合 計		7.66	8.40	9.12	9.09	10.92

例し大工鍛冶工及雜用人夫は各種とも略同一とし最大のものは最小のものに約一割を増加するものとす

以上の假定に基き職工人夫總數を各種の杭に配當するときは杭一本に要するものは大約次表の如くならんか

14	15	16	17	18	18	18	平均
27	30	35	40	45	48	50	
.99	1.18	1.47	1.78	2.20	2.12	2.36	.97
.37	.44	.54	.66	.79	.84	.87	.36
.74	.88	1.10	1.34	1.59	1.70	1.77	.73
.31	.34	.39	.45	.51	.54	.57	.30
.63	.70	.81	.93	1.05	1.12	1.17	.61
.17	.19	.21	.23	.25	.25	.25	.17
.17	.19	.22	.26	.29	.31	.32	.17
2.02	2.57	3.43	4.42	5.54	5.92	6.17	2.01
.09	.12	.15	.20	.25	.27	.28	.09
2.56	3.04	3.79	4.61	5.48	5.85	6.10	2.51
.09	.10	.13	.15	.18	.19	.20	.08
.16	.19	.24	.29	.35	.37	.38	.16
.84	1.00	1.25	1.52	1.81	1.93	2.01	.83
9.14	10.94	13.73	16.84	20.21	21.55	22.45	8.99
.74	.88	1.10	1.34	1.59	1.70	1.77	.73
1.82	2.16	2.69	3.28	3.90	4.16	4.31	1.78
.18	.18	.18	.19	.19	.19	.19	.17
.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
.81	.82	.83	.84	.84	.85	.86	.81
3.62	4.11	4.87	5.72	6.59	6.97	7.23	3.56
12.76	15.05	18.60	22.56	26.80	28.52	29.68	12.55

鐵筋混凝土杭一本に對する主要材料の數量及び代價 次表は主要なる材料の數量を掲げ尙之に依りて杭の時價を算出せるものにして材料の各單價は次の如く定む

鐵筋材	一封度=0.065931	(購入せる實費額)
セメント	一樽=3.821	(同上)
砂利	一立坪=18.	一立方呎=0.083
砂	一立坪=12.	一立方呎=0.056

型枠用木材は尺^目一本 15.00 同鐵具は一貫目 1.80 とし十回反覆使用するものとし一回毎に補足材料として百分の五を追加す

石炭は製造用としては一日「ミキサー」一臺にて 650斤を使用し四立坪製造するものとする即ち一立坪に付 162.5斤一立方呎に付 .75斤とす打立用としては一臺 650斤を以て平均五本を打つものとし杭の長さ及大きさの比例に依り各杭に配當す石炭の平均代價は 100斤に付 1.00圓とす機械損料は一臺一箇年の使用料を 1200圓とし平均一箇年に 900本を打つものとし杭の長さ及び大きさに依り各杭に配當す

職工及人夫賃金は大正四年十二月より七年五月までの平均を用ひ次の如く定む

大工	1.25	機關手	1.70	混凝土用人夫	.75
同手傳	.85	火夫	1.00	並人夫	.65
鍛冶工	1.50	杭打人夫軌條 布設其他	.85		
同手傳	.85				

雜費は材料を除きたる各工費の約一割とす

杭の徑(吋)		12	12	12	13	13	14	15
杭の長(呎)		18	20	22	20	25	27	30
鐵筋材	封度	132.1	124.6	133.1	172.4	217.2	234.5	284.4
セメント	樽	.69	.767	.853	.900	1.134	1.426	1.816
砂利	立方呎	11.71	13.08	14.44	15.28	19.26	24.19	30.84
砂	”	5.85	6.54	7.22	7.64	9.63	12.10	15.42
型枠用木材	尺 ^目 本	1.367	1.484	1.601	1.574	1.917	2.142	2.423
同鐵具	貫	7.595	8.231	8.865	8.322	10.240	11.000	11.725
製造用石炭	斤	10.5	11.8	13.0	13.8	17.3	21.8	27.8
打立用石炭	斤	75.6	84.0	92.3	90.8	113.5	132.4	157.3
杭一本工費								
材 料 費	鐵筋材	8.709	8.215	8.775	11.367	14.320	15.461	18.751
	セメント	2.636	2.931	3.259	3.439	4.333	5.419	6.939
	砂利	.972	1.086	1.199	1.268	1.599	2.008	2.560
	砂	.328	.366	.404	.428	.539	.678	.864
	小計	12.645	12.598	13.637	16.502	20.791	23.596	29.114
製 造 費	型枠用木材損料	2.153	2.337	2.522	2.479	3.019	3.374	3.816
	同鐵物損料	1.436	1.556	1.675	1.573	1.935	2.079	2.216
	製造用石炭代價	.105	.118	.130	.138	.173	.218	.278
	製造工費	4.882	5.323	5.907	5.858	7.216	8.420	9.997
	雜費	.858	.933	1.023	1.005	1.234	1.409	1.631
小計	9.434	10.267	11.257	11.053	13.577	15.500	17.938	
打 込 費	打立用石炭代價	.756	.840	.923	.908	1.135	1.324	1.573
	打立工費	2.417	2.602	2.796	2.780	3.179	3.662	4.190
	杭打器械損料	.778	.864	.949	.944	1.167	1.362	1.618
	雜費	.395	.431	.467	.463	.548	.635	.738
	小計	4.346	4.737	5.135	5.095	6.029	6.983	8.119
合計		26.425	27.602	30.029	32.650	40.397	46.079	55.171
容積一立方呎平均工費		1.856	1.736	1.710	1.755	1.722	1.567	1.470
長一呎平均工費		1.468	1.380	1.365	1.633	1.616	1.707	1.839

杭の径(吋)		16	17	18	18	18	平均
杭の長(呎)		35	40	45	48	50	
鐵筋材	封度	415.4	528.5	979.5	1052.0	1094.6	238.4
セメント	樽	2.419	3.123	4.090	4.00	4.429	1.422
砂利	立方呎	41.08	53.02	66.44	70.97	74.01	24.22
砂	”	20.54	26.51	33.22	35.48	37.00	12.11
型枠用木材	尺 ³ 本	2.902	3.440	4.006	4.209	4.365	2.087
同 鐵具	貫	13.907	15.377	17.612	18.295	18.972	10.560
製造用石炭	斤	37.0	47.7	59.8	63.9	66.6	21.8
打立用石炭	斤	195.9	238.3	283.6	302.5	315.4	130.0
杭一本工費							
材 料 費	鐵筋材	27.388	34.845	64.579	69.359	72.168	15.718
	セメント	9.243	11.933	15.284	15.284	16.923	5.433
	砂利	3.410	4.401	5.515	5.892	6.123	2.010
	砂	1.150	1.485	1.860	1.987	2.072	.678
	小計	41.191	52.664	87.238	92.522	97.286	23.839
製 造 費	型枠用木材損料	4.571	5.418	6.309	6.629	6.875	3.287
	同 鐵物損料	2.628	2.906	3.329	3.458	3.586	1.996
	製造用石炭代價	.370	.477	.598	.639	.666	.218
	製造工費	12.439	15.150	18.081	19.264	20.071	8.258
	雜費	2.001	2.395	2.832	2.999	3.120	1.376
小計	22.009	26.346	31.149	32.989	34.318	15.135	
打 込 費	打立用石炭代價	1.959	2.383	2.836	3.025	3.154	1.300
	打立工費	5.027	5.955	6.907	7.322	7.600	3.620
	杭打器械損料	2.015	2.451	2.918	3.112	3.244	1.338
	雜費	.900	1.079	1.266	1.346	1.400	.626
	小計	9.901	11.868	13.927	14.805	15.398	6.884
合計		73.101	90.878	132.314	140.316	147.002	45.858
容積一立方呎平均工費		1.462	1.406	1.621	1.609	1.616	1.561
長一呎平均工費		2.089	2.272	2.940	2.923	2.940	1.755

以上一本に對する價格は參考の爲め時價を推算したるものにして後項工費の部に掲載せる諸頁に依りて支拂ひたる代價とは關係なきものなり

杭打込長及び堪荷重其他 杭の打立終了後其成績の概要を各橋別として掲ぐれば次表の如し

使用せる杭の長さは101及び102頁の表に掲げたるものにして又安全堪荷力は次式に依り計算せり

$$P = \frac{h}{m \cdot s} \cdot \frac{Q^2 q}{(Q+q)^2}$$

式中 P は安全荷重(封度)

h は錘の落高にして 30.吋

m は安全係數にして 2. とす

Q は錘の重量にして 3000封度

q は杭の重量(封度)にして91頁の表に掲げたる數を用ゆ

s は最終沈降(吋)なりとす

橋名	杭の數及長				實
	垂直杭	傾斜杭	總延長	一本平均	總延長
龍閑河岸橋	155	89	4614	18.91	3956.2
龍閑橋	84	—	1610	19.17	1307.1
第一本銀町橋	430	276	13648	19.33	11939.0
第二本銀町橋	237	—	4595	19.39	3813.7
西今川町橋	182	—	3438	18.89	2677.8
千代田町橋	598	500	21958	20.00	19491.6
新石町橋	263	107	8111	21.92	6968.4
新石橋	100	—	2437	24.37	2342.3
第一鍛冶町橋	1694	—	47793	28.21	44442.2
第二鍛冶町橋	1285	—	38585	30.03	36640.0
大通橋	214	—	5920	27.66	5563.2
第三鍛冶町橋	414	—	12349	29.83	11071.9
鍋橋	160	—	4392	27.45	4171.5
黒門町橋	854	698	43592	28.09	39792.2
第一小柳町橋	264	220	15140	31.28	14047.4
第二小柳町橋	248	168	13361	32.12	12827.3
萬世橋	41	—	926	22.59	865.5
合計	7223	2058	242469	26.13	221917.3

杭打工に於て規定の沈降度までに打込み其長さの不足せるものにして上部に繼足したるものは總計三百二十三本にして其延長七百二十四呎又規定以上に打込み其上部の残れるものを切斷し崩解したるもの、總延長は一萬四千六百三十七呎なりとす

常盤橋々柱及大手町橋南橋臺拱脚の一部に於て基礎杭として松丸太末口七寸のものを使用したれども地盤硬くして漸く長八九尺のものを打入せるに過ぎずして杭打の爲め却て地盤を破壊するの恐ありしを以て大手町に於ては拱脚基礎底部を掘下げ堅壓に達せしめ杭打工を廢止せり

(3) 外濠橋臺地支持力試験

外濠拱橋は基礎面に於ける地質は粘土交り粗砂にして豫定最大荷重毎平方呎上五噸に對

際打込數				杭の最終沈降一回平均(分)	安全堪荷重(噸)	
最長	最短	平均	製造長と打込長との比		總數	一本平均
20.0	9.3	16.21	.857	.400	19310	79.14
17.3	14.0	15.56	.812	.400	6708	79.85
21.3	14.0	16.91	.875	.400	56403	79.89
20.0	13.5	16.09	.830	.400	18877	79.65
19.0	11.5	14.71	.779	.430	14159	77.80
40.7	12.2	17.75	.888	.404	82071	74.75
26.2	15.8	18.83	.856	.400	29550	79.86
27.0	19.0	23.42	.961	.400	7867	78.67
47.7	19.2	26.23	.930	.448	122820	72.50
47.0	22.5	28.51	.950	.580	69520	54.10
29.4	21.0	26.00	.940	.580	11578	54.10
40.0	20.5	26.74	.897	.578	22522	54.40
30.3	23.2	26.07	.950	.570	8762	54.76
35.5	19.0	25.64	.913	.450	110637	71.29
35.7	18.0	29.02	.928	.484	30715	63.46
38.5	22.8	30.84	.960	.540	24388	58.62
24.2	19.4	21.11	.935	.407	3235	78.91
47.7	9.3	23.91	.915		639122	68.86

して安全なる如しと雖とも拱橋の徑間大にして且つ荷重大なるを以て萬全を期する爲め南北兩橋臺地に對し荷重試験を執行せり其方法は基礎面上に底面一平方呎の石材四個を縦横とも四尺の距離に配置し其上部に角材の桁を架し軌條を積載せり其量は豫定荷重の三倍即ち毎平方呎に十五噸四個の總計六十噸にして試験中其沈降度は前項杭の沈降度を測定せし撓度計二個を据付け觀測せり南橋臺地の試験は大正六年六月北側は七年一月執行せり其結果は次表の如し

南側橋臺地							
月	日	時	荷重			沈降(分)	
			毎回積載	累計	每平方呎上	東側	西側
六年 6.	23.	後 5-20	5.27	5.27	1.32	0	0
	24.	前 10-00	2.37	7.64	1.91	.03	0
		後 2-0	2.89	10.53	2.63	„	0
		„ 3-0	.80	11.33	2.83	„	0
		„ 4-30	3.95	15.28	3.82	.21	.08
		„ 6-0	2.37	17.65	4.41	.23	.11
		„ 7-0	2.35	20.00	5.00	.32	.17
25.	前	6-30				.33	.19
	後	6-0				.34	.21
26.	前	6-30				„	„
	後	1-0				.35	.24
27.	前	6-40				„	„
	„	9-0	2.92	22.92	5.73	.40	.30
	„	10-30	3.42	26.34	6.59	.46	.37
	正午		3.66	30.00	7.50	.56	.45
	後	5-15	6.09	36.09	9.02	.64	.67
	後	6-30	3.91	40.00	10.00	.84	.81
28.	前	7-0				1.19	1.02
		11-30				1.22	1.05
	後	2-30				1.25	1.07
	後	6-0				„	„
29.	前	6-30				1.26	1.10
	„	8-20	2.67	42.67	10.67	1.32	1.19
	„	11-0	6.58	49.25	12.31	1.65	1.47
	正午		3.17	52.42	13.11	1.93	1.71
	後	1-30				2.20	1.95
	„	3-30	3.42	55.84	13.96	2.59	2.58
	„	4-40	2.37	58.21	14.55	3.37	3.52
	„	5-0	1.79	60.00	15.00		

前表に依るに南橋臺地に於ては每平方呎上五噸即ち總量二十噸を積載せしとき平均二厘五毛の沈むを認め同十噸にて八厘二毛十五噸にて三分五厘の沈降を認めたれども試験臺を据付たる位置は傾斜せる平面上にありて試験臺は沈降せずして多少下方へ滑動するの傾あり故に實際の沈降は上記の数より少なかる可し而して六十噸を積載し終りたるとき試験臺は俄然下方へ滑動したるを以て其後の沈降は觀測し能はざりし北方橋臺地々質は其堅層南方より少しく低きを以て約三尺掘り下げたるも地質は尚南方より少しく劣るの觀あり試験

北側橋臺地							
月	日	時	荷重			沈降(分)	
			毎回積載	累計	每平方呎上	南側	北側
七年 1.	24.	前 10-0		0		0	0
			8.20	8.20	2.05	.12	.21
			9.30	17.50	4.37	.48	.58
			2.50	20.00	5.00	.58	.70
	後	4-10	4.00	24.00	6.00	.67	.81
25.	前	7-0				.82	.93
			10.00	34.00	8.50	.92	1.05
			6.00	40.00	10.00	1.44	1.45
			9.32	49.32	12.33	2.04	2.17
	後	3-15	10.68	60.00	15.00	2.54	2.78
		4-0				2.66	2.82
		5-0				2.88	2.91
26.	前	7-0				3.23	3.33
	後	5-0				3.40	3.54
27.	前	7-0				3.48	3.59
	後	5-0				3.61	3.73
28.	前	7-0				3.63	3.76
	後	4-0				3.73	3.78
29.	前	7-0				3.75	3.79
	後	5-0				3.75	3.85
	„	6-0				3.78	3.85
30.	前	7-0				3.80	3.88

の結果は五噸のとき六厘四毛十噸にて一分四厘五毛十五噸にて二分六厘六毛の沈降を見爾後五日間積荷の儘靜置せるに沈降は増加して三分八厘餘に上りたるも實際受く可き荷重五噸に對しては僅々二厘乃至六厘にして特に砂質地盤上に置きたる試験臺は荷重の爲めに幾分沈定すべきを以て之を差引くときは地盤の沈降と稱すべきものは極めて少量なるべきを以て實際に於ては安全なるものと基礎を施工することとせり北方橋臺の掘り下げたる部分は混凝土を以て填充せり

白簾橋々臺は龍岡川に沿ひ築造するを以て其底部は零點下三尺に掘り下げたるに地質は堅硬なる砂質にして豫定荷重に對し安全なりと認めたるを以て杭打工を施さざりし

(4) 杭上基礎工事

杭の上部に於ける基礎工事は附屬圖に示す如く施工し外濠橋其他杭打工をなさざる所は各橋圖に示す如くにして其工事の種類及び數量は次表の如し

橋名	根掘(立坪)		割栗石工(立坪)		普通混凝土(立坪)	
	I-II線	III-VI線	I-II線	III-VI線	I-II線	III-VI線
常盤橋	26.341		1.262		14.186	
大手町橋	772.685		5.054		238.991	
外濠橋	153.636	301.784			20.508	40.283
龍閑河岸橋	23.631	46.939	3.341	6.506	10.406	20.439
龍閑橋	7.160	17.213	1.285	3.144	2.706	7.059
第一本銀町橋	64.069	161.506	9.074	22.128	15.415	37.593
第二本銀町橋	60.380	114.236	3.778	7.422	27.686	54.408
西今川町橋	51.769	97.743	2.892	5.681	26.704	52.431
千代田町橋	94.396	183.170	16.174	30.329	22.269	35.457
新石町橋	80.332	22.452	12.322	5.114	26.671	6.428
新石橋	14.798	36.112	1.496	3.212	2.918	7.918
第一鍛冶町橋	223.194	272.514	33.116	46.319	40.047	38.576
第二鍛冶町橋	240.403	130.353	37.651	20.702	37.616	26.182
大通橋	16.882	34.440	2.547	5.286	8.706	18.895
第三鍛冶町橋	42.718	62.477	4.634	11.683	9.379	19.477
銅橋	13.250	23.688	2.105	3.820	5.396	9.468
黒門町橋	119.154	303.046	19.304	41.346	20.558	58.820
第一小柳町橋	127.257		18.310		23.200	
第二小柳町橋	100.238		15.513		20.604	
萬世橋	9.401		1.641		4.854	
合計	2241.694	1807.673	191.499	212.692	578.820	433.434

基礎鐵筋混凝土に要せし鐵筋材の數量は次表の如し再用品とは杭頭の餘れるものを切斷

鐵筋混凝土(立坪)		石工(切)		鐵筋材(噸)		セメント(樽)	
I-II線	III-VI線	I-II線	III-VI線	I-II線	III-VI線	I-II線	III-VI線
		71.21					108
							1793
79.700	156.552	529.536	529.537	18.872	37.070	1070	2035
7.495	14.721			1.238	2.427	155	304
		53.46				21	51
14.500	46.065			4.092	8.691	265	761
		145.85	145.85			209	408
		145.85	145.85			202	393
33.158	71.155			7.915	13.037	513	1012
20.400				4.211		409	46
		62.16				23	57
70.899	103.159			5.936	9.103	1042	1429
83.939	43.657			6.958	3.692	1164	653
		45.60				65	136
1.630	19.750			.249	1.648	85	350
2.494	3.692	45.60				68	108
47.400	87.407			10.467	18.952	652	1354
45.106				9.401		647	
36.333				7.862		535	
		45.60				37	
443.054	551.158	1144.866	821.237	77.201	94.620	9063	9097

崩解して内部鐵筋材を取出したるものなり

種類	大 さ	員 數	總延長	一呎重量	總 重 量		
					封 度	噸	
丸 鋼	$\frac{7}{8}$ "-27' 0"	176	4752	2.036	9674	4.319	
	"-24 0	71	1704	2.038	3473	1.550	
	$\frac{3}{4}$ "-20 0	3	60	1.500	90	.040	
	"-17 0	2	34	1.500	51	.023	
	"-12 0	8	96	1.510	145	.065	
	$\frac{5}{8}$ "-43 0	28	1204	1.034	1245	.556	
	"-32 0	9	288	1.031	297	.133	
	"-14 0	34	476	1.042	496	.221	
	"-12 0	94	1128	1.047	1181	.527	
	$\frac{1}{2}$ "-20 0	143	2860	.671	1919	.857	
	"-16 0	25	400	.668	267	.119	
	"-12 0	270	3240	.695	2253	1.006	
	$\frac{3}{8}$ "-22 0	22	484	.386	187	.084	
	"-9 0	9	81	.383	31	.014	
	$\frac{1}{4}$ "-15 0	46	690	.170	117	.052	
	角 鋼	$1\frac{3}{8}$ " \times 1 $\frac{3}{8}$ "-28' 0"	240	6720	6.433	43228	19.298
		" - 20 0	480	9600	6.318	60655	27.078
$\frac{5}{8}$ " \times $\frac{5}{8}$ "- 26 0		157	4082	1.301	5311	2.371	
" - 24 0		324	7776	1.314	10215	4.560	
" - 22 0		2251	49522	1.312	64964	29.002	
" - 21 0		92	1932	1.319	2549	1.138	
" - 20 0		4354	87080	1.304	113574	50.703	
$\frac{1}{2}$ " \times $\frac{1}{2}$ "- 22 0		591	13002	.838	10902	4.867	
" - 20 0		321	6420	.846	5431	2.425	
" - 17 0		118	2006	.846	1697	.757	
平 鋼		$1\frac{1}{4}$ " \times $\frac{5}{16}$ "- 18' 0"	468	8424	1.312	14052	4.934
	1 " \times $\frac{1}{4}$ "- 19 0	638	12122	.828	10031	4.478	
極軟丸鋼	$\frac{3}{8}$ "- 12 0	81	972	.371	361	.161	
計					361396	161.338	
再用品 丸 鋼	$\frac{5}{8}$ "		1205	1.039	1252	.559	
	$\frac{9}{16}$		13146	.845	11110	4.960	
	$\frac{1}{2}$		16605	.670	11119	4.964	
計					23481	10.483	
總 計					384877	171.821	

基礎工事に使用せし「セメント」の總計は18160.樽にして其内譯及び混凝土一立坪に對する鐵筋材セメントの割合は次表の如し

種 目	數 量 (立坪)	鐵筋材 (噸)	セメント (樽)	一立坪に付		鐵筋割合
				鐵筋材 (噸)	セメント (樽)	
普通混凝土	1012.254		7391		7.3	
鐵筋混凝土	994.212	171.821	10570	.173	10.63	.366%
石材及煉瓦石垣等			199			
合 計			18160			

従業人員 杭上基礎工事に従事せし職工人夫の總數は四万八千五百五拾貳人にして其詳細は次表の如し

工 種	職 工 名	員 數	摘 要
掘鑿及土運搬	土方人夫	17105	根堀 4049.4立坪 一立坪に付 4.22人
杭頭切揃割栗石工	石 工	4078	割栗石工容積 404.2立坪 ,, 10.09人
同 手傳	人 夫	2806	,, ,, 6.94人
樞板組建其他	大 工	3431	混凝土容積2006.5立坪 一立坪に付 1.71人
同 手傳	人 夫	2333	,, ,, 1.16人
鐵筋材組建	鍛 冶 工	1225	鐵筋材重量 171.8噸 一噸に付 7.13人
同 手傳	人 夫	226	,, ,, 1.32人
混凝土築造	人 夫	9289	混凝土容積2006.5立坪 一立坪に付 4.62人
同 「ミキサー」用	火 夫	987	,, ,, .49人
同 雜用	人 夫	1702	,, ,, .85人
測量其他	大 工	418	
同 手傳	人 夫	797	
雜 役	人 夫	4155	
合 計		48552	

第七 上部工事

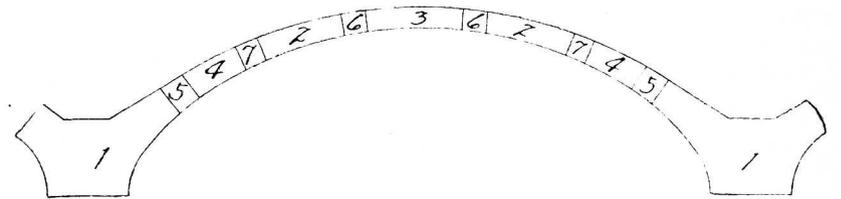
(1) 混凝土工事

上部工事は基礎工事の進行に伴ひ施工せるものにして此内外濠に架すべき橋梁は之に隣接して東京市に於て架すべき常盤橋と徑間其他に就て協定を要すべきことあり未だ決定せざりしを以て之を除き其前後の工事に着手することとし其所要材料の内鐵筋材及「セメント」は基礎工事と同じく製鐵所及び淺野「セメント」會社より購入支給し其他材料の供給及施工を一括して指名入札に附し大正五年九月大倉組と請負を契約せり其後六年二月外濠橋は一徑間「メラン」式鐵筋混凝土拱橋となすことに決定せるが本橋は當時施工中の上部工事の中間に位置し且つ工事の種類も略同一なるを以て之を別途の請負に附するは不便なるのみならず尙不利益と認めたるを以て追加工事として大倉組に請負はしめ六年八月工事に着手せり

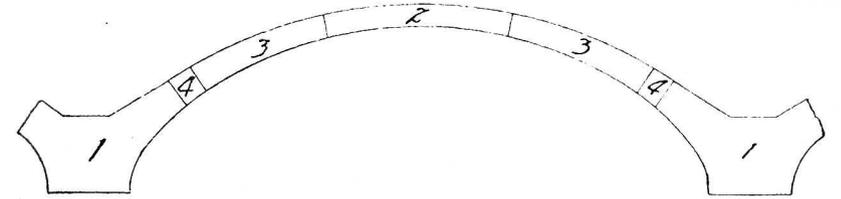
施工方法は各町橋に於て兩橋臺間或は橋臺と大拱脚間四徑間乃至六徑間となし連続して第十二圖の如き拱架を構成せり拱架は中央に於て規定の高さより四分高くし且つ各節材の接合は精確に切組み混凝土築造に際し規定の高さ以下に沈定せざることを期したれども尙安全の爲め施工前混凝土の全重量に等しき砂利を積載して其沈定の度を測定せしに些少の形蹟を認めたるに過ぎざりし而して拱架上に鐵筋材を組成せる後拱環混凝土を築造するに本拱の如き徑間三十二呎より小なるものなれば工程能力の許す限りは全拱環を一日に施工すること得策なるべしと雖とも其拱矢は徑間の約五分の一を有し左右圓弧の勾配急にして之を一期に打ち上ぐるること不可能なれば甲乙丙三圖に示す如く七區劃或は五區劃に分ち各塊の間隔を一呎三吋とし圖上に示す番號の順序に依り左右相對照して施工せり而して第二小柳町橋は甲圖に依り施工したれども其の區劃多きに過ぎ一回に築造する混凝土の量少く執業上不利益なりしを以て第一小柳町橋及黒門町橋は乙圖に依りたれども之の區分に依るときは(2)を築造したる後其凝結を待たされば(3)を築造するを得ざるの不便ありしを以て新石町橋以南は總て丙圖に依りて執業せり此等各區分塊の容積は徑間三十二呎幅二十九呎の拱に於て大略次の如し

第二十四圖

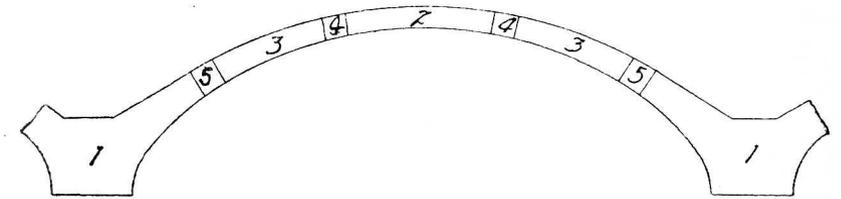
圖甲



圖乙



圖丙



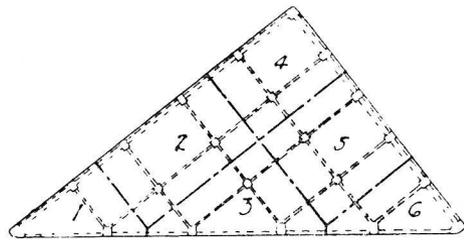
區分	混凝土容積(立坪)		
	甲	乙	丙
1	2.14	2.14	2.44
2	.85	1.80	1.42
3	1.02	1.55	1.24
4	.62	.29	.21
5	.25		.28
6	.22		
7	.29		
合計	9.76	9.76	9.76

以上何れも各單獨塊を築造したる後充分凝結せしむる爲め一週間以上経過の後各區劃の間隙を填充せり而して爾後四十日以上経過せしめ拱架を取扱へり拱架取外つしの際拱架の沈定する有無を検する爲め最初築造せしもの二三に就ては撓度計を装置して精密に觀測せしが沈定の形蹟すら認めさりし

拱架は徑間三十二呎以下の分總計六十四個に對し三十組を設備し順次に轉用せり其拱架一組に要せし材料は徑間三十二呎幅二十九呎のものに於ては木材尺 \sphericalangle 約六十二本接合用鐵具千百五十封度を要せり

混凝土版は第二本銀町西今川町及第三鍛冶町橋に於ける連續桁をなせるものは橋脚或は橋柱を築造せる後型枠全部を構造し混凝土築造の順序は第二本銀町及西今川町橋に於ては各橋脚の中間に於て區分し三回或は四回に築造し第三鍛冶町橋に於ては圖に示す如く區別し番號の順序に依りて築造せり其區分塊の容積は大約左の如し

第二十五圖

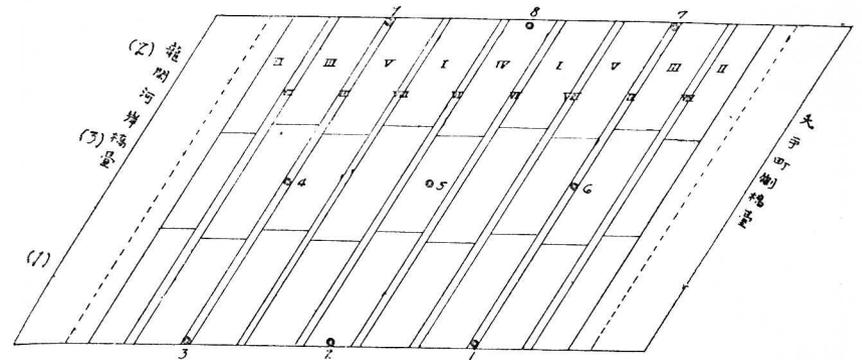
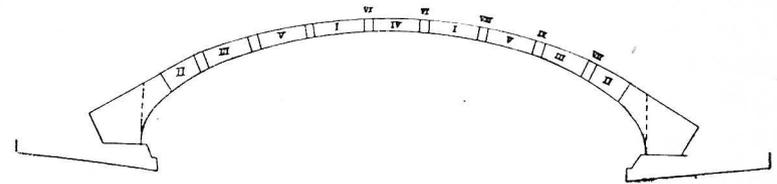


No1 5.24立坪	No2 7.4	No3 5.43
No4 6.64	No5 6.49	No6 4.72

第一第二鍛冶町橋の單桁をなせる分は五乃至七徑間を連續して型枠を構造し一徑間つゞ混凝土を築造せり而して何れも築造後四十日以上経過したる後型枠を取外づせり

外濠橋用拱架は第十七號圖に示す如く同橋は其橋下に舟航あるを以て中央に於て純幅員二十一尺の舟路を残し一列十八本つゞ八列の杭を打入し其内二列の上部には鐵製「ジャック」を備へ其他の上部には檣材の楔形を置き其上に廿一通の拱架を構造し表面には厚さ一寸八分乃至三寸の板を張り其上面をして正しく拱の内弧面をなさしむ拱架に使用せし材料は木材尺 \sphericalangle 約千四百十本接合用鐵板及「ボルト」類五噸四分「ジャック」三十六基なり

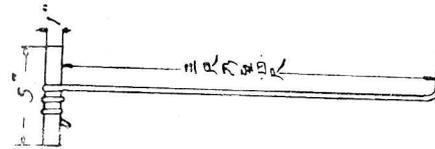
第二十六圖



鐵骨は深川扇橋鐵工所に於て規定の形狀に製作し一個の拱肋を五個に分割して現場に運搬し拱架上規定の位置に組建て其接合及び横繫材は現場に於て綴釘接合をなせり

拱及び拱臺の側面疊石、拱環の側面拱腹及塔の表面、高欄等は總て茨城縣稻田産花崗石を用ひ高欄を除く外總て混凝土表面に疊積せるものにして其石材の厚さは拱環にありては八寸及一尺二寸のものを交互に配置し其他の石材は六寸乃至一尺のものを何れも内部混凝土との結合を完全ならしむる爲め圖に示す如

第二十七圖



き繋ぎ鐵物を石材一個に付一個乃至二個の割合を以て兩石材間に嵌入し一端を混凝土中に挿入築造せり

拱築造の順序は兩側拱環石を混凝土築造に先ち拱架上精確の位置に配列し其据付けを終りたる後混凝土を築造せるものにして拱環の左右起拱部は橋臺と共に築造し中間部は拱架上荷重の對照と混凝土一日の築造能力とを考へ圖に示す如く縱横二十七區に分割し一縱區分に於て一日に左右相對せる二區分つゞ築造せり其各區分に於ける混凝土容積は大約次の如し

横區劃	縦 區 劃		
	(1)	(3)	(2)
I	4.83	5.18	4.83
II	5.70	4.91	5.70
III	5.47	5.88	5.47
IV	4.83	4.17	4.83
V	5.37	4.62	5.37
VI		2.31	
VII		3.43	
VIII		2.52	
IX		2.97	
起拱部		71.06	
合 計	左右全部にて 305.07(立坪)		

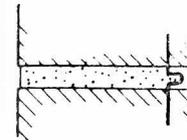
以上の區劃に従ひ 日に左右相對せる二ヶ所
つゝ、築造せるを以て其數量は十立坪乃至十二立
坪なり而して七年七月十九日着手し各區分は八
月十五日終了し凝結せしむる爲め一週間經過し
同月二十四より二十七日まで四日間に各塊の間
隙を填充して全く終了せり
拱架は中央に於て規定の位置より八分高く構
造し混凝土築造中其沈定を觀測せんが爲めに拱
架の頂點及び左右四分の一の點に三ヶ所つゝ三
通り定木を定置し各區分劃の混凝土築造毎に觀
測せり其詳細は別表に示すかすか如し、觀測點
の番號は第125頁の圖に示すか如し

混凝土全部築造後各拱架の中央頂點に於て四分より六分八厘の沈定を見たるか豫定の量
より少かりし而して東側の沈定は西側より少なきは東側は汽車線路に當り十二列の鐵拱架
は其斷面積大なれば混凝土の重量を支持する強度大なるに依るならん

混凝土全部築造後七十日を經過し十一月五日拱架を緩めたる際拱の沈定如何を精密に觀
測せしか些少も其形蹟を認めざりし

外濠橋及び各町橋の拱上部兩側に於ける擁壁は鐵筋混凝土にして其鐵筋の配置は第九號
圖より第十一號圖に至る拱配筋圖に示す如くにして施工は拱環の凝固せるを待て順次に築

第二十八圖



造せり其西側の分は表面に煉瓦厚一枚の壁を作り東側は型枠を作
りて鐵筋を配置し混凝土を築造し其上部に笠石を据付く、擁壁は
各拱脚毎に切斷し約四分の間隔を存し土瀝青を填充し可伸接合を
なさしむ而して温度の爲め土瀝青の溶解滲出するを防ぐ爲めに銅
板を以て圖に示す如き形状のものを作り兩擁壁端の表面に近き所
に挿入せり

拱背部及び橋臺擁壁等の内部は防水用として厚三分の土瀝青を敷き其上部に更に厚二寸
の防水「モルタル」を敷き以て土瀝青の乾燥を防ぐ防水「モルタル」の調合は「セメント」一、
砂四にして「セメント」には其重量の百分の一の明礬を加へ又之を練成する水には同しく百
分の一の石鹼を加へたり

拱架沈定觀測表 (分を以て示す) (ー)は高上せるを示す

月 日	混凝土築 造個所	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. 19	I ₂				.7	2.0	.7			
21	II ₂				.7	2.0	.7			
22	III ₂				1.5	2.0	1.0			
23	IV ₂	— .3	— .5	— .2	.0	2.5	.5	— .5	— .8	— .5
24	V ₂	— .2	0	.5	2.1	3.5	.2	— .5	— .8	— .5
30	I ₁	1.3	2.5	2.0	1.2	3.2	1.5	— .5	— .5	— 1.2
31	II ₁	2.2	3.4	2.4	1.3	3.5	1.6	— .5	— .3	— 1.0
8. 3	III ₁	2.2	3.0	2.0	1.2	3.3	2.0	— 1.0	— .3	— 1.4
5	I ₂	2.2	3.5	2.5	2.0	3.8	2.3	— .1	.3	.5
7	II ₂	2.2	3.6	2.5	2.2	4.1	2.4	.2	1.5	.1
8	III ₂	2.3	3.6	2.5	2.5	4.0	2.6	.3	1.5	.2
13	IV ₁ IV ₂	2.8	6.5	2.9	2.5	4.0	2.6	.5	3.1	.2
14	V ₂	3.0	6.5	2.9	2.5	4.5	2.6	1.5	3.4	.9
15	V ₁	4.0	6.6	3.5	2.5	4.5	2.6	1.5	3.5	1.0
24	VI	4.0	6.5	3.7	2.0	4.5	2.6	1.4	3.5	.8
25	VII	4.0	6.8	3.7	2.0	5.0	2.6	1.4	3.7	.8
26	VIII	4.0	6.8	3.7	2.0	5.0	2.6	1.4	3.7	.8
27	IX	4.0	6.8	3.7	2.0	5.0	2.6	1.4	3.7	.8
31		4.3	6.8	4.0	2.0	5.0	3.0	1.8	4.0	.8
9. 28		4.3	6.8	4.0	2.0	5.0	3.0	1.8	4.0	.8

(2) 上部工事要項及數量

上部工事に使用せる鐵筋材及び各町橋に於ける混凝土、石材、煉瓦工、「セメント」等の數量を掲ぐれば次の如し

種 目	延 長 (呎、但板は平方呎)					
	拱 環	拱 脚	外 濠 拱	スラブ及脚	擁壁及塔	計
丸鋼 徑 1"				4917		4917
$\frac{3}{8}$		336	4080	146290	5076	155782
$\frac{3}{4}$		6012	6300	3119	630	16061
$\frac{5}{8}$	220329	6738	9000	51902	11021	298890
$\frac{9}{16}$					335	385
$\frac{1}{2}$	83081	25698		72254	48185	229128
$\frac{7}{16}$	4836	67514		36106		108456
$\frac{3}{8}$				11059	810	11869
$\frac{5}{16}$				4392		4392
$\frac{1}{4}$				104391		104391
$\frac{3}{16}$	158868	25140		26976	96	211080
鋼線徑 B.W.G						
No 0				700		700
No 2				4498		4498
No 3				2900		2900
No 5				132684	2724	135408
隅鋼 $3\frac{1}{2} \times 3 \times \frac{1}{2}$			15824			15824
$3\frac{1}{2} \times 3 \times \frac{3}{8}$			12580			12580
$3 \times 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$			812			812
$2 \times 2 \times .3$			6654			6654
平鋼 $3 \times \frac{1}{2}$			806			806
$3 \times \frac{3}{8}$			2496			2496
$2\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$			13200			13200
板鋼 厚 $\frac{1}{2}$			1901□'			1901
$\frac{3}{8}$			3276□'			3276
$\frac{1}{4}$			450□'			450
合 計						

一呎に付重 量 (封度)	重 量 (噸)					
	拱 環	拱 脚	外 濠 拱	スラブ及脚	擁壁及塔	計
2.614				5.739		5.739
2.036		.305	3.709	132.992	4.615	141.621
1.504		4.038	4.231	2.095	.423	10.787
1.040	102.220	3.128	4.177	24.091	5.116	138.732
.852					.146	.146
.683	25.332	7.808		22.031	14.692	69.863
.538	1.163	16.224		8.677		26.064
.386				1.903	.139	2.042
.259				.508		.508
.170				7.913		7.913
.099	7.042	1.114		1.196	.005	9.357
.463				.145		.145
.225				.452		.452
.169				.219		.219
.131				7.785	.160	7.945
10.284			72.649			72.649
7.839			44.026			44.026
8.503			3.083			3.083
3.871			11.497			11.497
5.104			1.837			1.837
3.931			4.330			4.330
1.947			11.472			11.472
21.252			18.036			18.036
15.324			22.411			22.411
10.809			2.171			2.171
	135.757	32.617	203.679	215.746	25.296	613.095

橋名	鉄筋混泥土(立坪)				
	拱、スラブ	スラブ橋脚	擁壁	其他	合計
錢瓶町橋				.105	.105
大手町橋	133.791		39.881	1.415	175.087
外濠橋	305.031		48.447		353.478
龍閑河岸橋	19.472		7.612	.253	27.337
第一本銀町橋	30.937		14.441	.237	45.615
第二本銀町橋	19.474	13.997			33.471
西今川町橋	12.178	10.976			23.154
千代田町橋	78.293		28.371	1.062	107.726
新石町橋	44.770		13.632	.580	58.982
第一鍛冶町橋	114.940	111.704			226.644
第二鍛冶町橋	131.599	142.235			273.834
第三鍛冶町橋	38.079	18.226			56.305
黒門町橋	116.231		38.328	1.501	156.060
第一小柳町橋	111.361		37.639	1.402	150.402
第二小柳町橋	89.177		31.487	1.174	121.838
合計	1245.333	297.138	259.838	7.729	1810.038

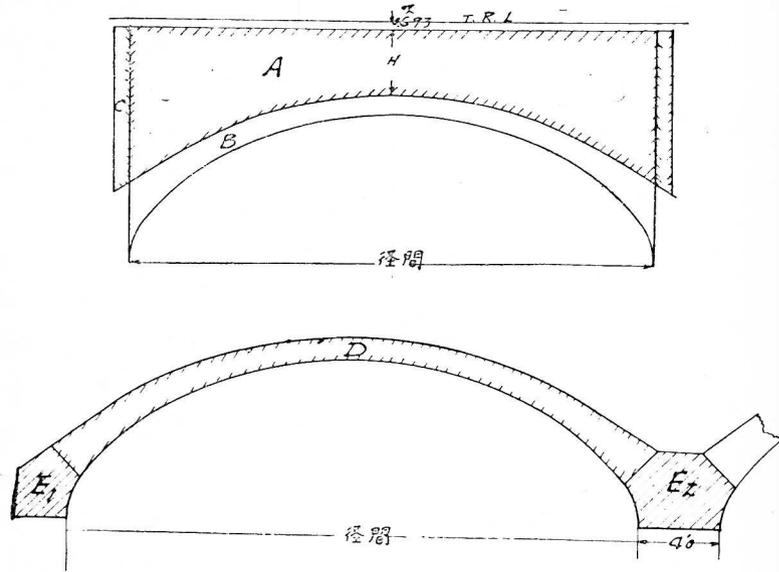
普通混泥土 橋臺拱脚	切石工 (切)	煉瓦工		防水塗積 (坪)	セメント (樽)
		面坪	立坪		
4.946	564.8		7.388	40.82	61
111.306	1958.4	97.167		479.75	2875
	9072.7			347.25	4031
61.087	586.4	26.369		109.89	802
45.483	1117.8	46.106		147.89	915
18.548	841.1	33.877		59.59	542
18.684	813.7	33.706		41.47	428
65.451	1805.9	90.301		330.84	1811
86.783	1684.2	96.629		213.87	1423
71.315	2236.9	174.150	6.273	372.30	3157
51.807	2430.7	227.815	6.457	426.12	3547
	290.5	33.007		109.03	647
77.159	2603.0	108.395		456.88	2474
69.955	2291.4	104.578	.054	435.21	2344
64.256	2088.3	92.237	.057	356.07	1966
746.780	30385.8	1164.337	20.229	3926.98	27023

上表に依り各種鉄筋混泥土立一坪に對する鉄筋材及「セメント」の數量は次の如し

種目	混泥土 數量 (立坪)	鉄筋材 (噸)	セメント (樽)	立一坪に付き		混泥土に 對する鉄 筋割合
				鉄筋材 (封度)	セメント (樽)	
拱環 32' 以下のもの	624.032	135.757	6488	487.3	10.4	.460%
拱脚	746.780	32.617	5584	97.8	7.5	.092
外濠拱橋	305.031	203.679	3174	1495.7	10.4	1.413
スラブ及脚	613.408	215.746	6377	787.8	10.4	.745
擁壁及塔	259.838	25.296	2701	218.1	10.4	.206

各種徑間の洪一個に對する主要部分の表面積及斷面積は次の如し表は總て平方呎を以て示す

第二十九圖



徑間	H	A	B	C	D	E ₁	E ₂
20	5.667	137.906	27.683	6.460	27.066	7.851	
26	4.332	152.788	38.964	6.818	38.297	7.946	
31	2.925	144.636	53.326	7.372	52.471	13.242	18.484
32	2.718	144.662	55.028	7.363	54.157	13.367	18.509

従業人員 上部工事に従事せし職工人夫の總數は十四萬五千七百人にして其各工種に對する内譯は次表の如し、外濠橋は基礎工事に従事せしものを併算す

工種	職工名	員數	摘 要	
外濠橋以外の各橋梁				
拱架	大工	4702	{ 拱架64個所 一個所に付平均 73.5 { 平面積約1595坪 一坪に付平均 2.95 { 拱架64個所 一個所に付平均 26.4 { 平面積約1595坪 一坪に付平均 1.06 { 拱架64個所 一個所に付平均 14.0 { 平面積約1595坪 一坪に付平均 .56	
	手傳	1687		
	鳶人足	896		
スラブ型板	大工	2443	{ スラブ38個所 一箇所に付平均 64.3 { 平面積約868坪 一坪に付平均 2.81 { スラブ38個所 一箇所に付平均 20.4 { 平面積約868坪 一坪に付平均 .9 { スラブ38個所 一箇所に付平均 12.5 { 平面積約868坪 一坪に付平均 .55	
	手傳	775		
	鳶人足	476		
椽板	大工	6639	面積約2650坪 一面坪平均 2.5	
	手傳	1581		” .6
鐵筋材組建	鍛冶工	10062	重量398.7噸 一噸に付平均 25.2	
	手傳	265		” .66
鐵筋混凝土	人夫	15455	容積 1456.56立坪一立坪平均 10.6	
普通混凝土	人夫	5425	” 746.78 ” 7.3	
混凝土工雜用	人夫	3275	” 2203.34 ” 1.5	
拱側面仕上	左官職	455	仕上面積約560坪一坪平均 .81	
	手傳	277		” .5
切石工	石工	18755	石材拵及据付21313切一切に付平均 .88	
	手傳	3851		石材運搬及据付手傳 ” .18
煉瓦工	職工	3390	{ 煉瓦撰及拵 總數約576000個 { 1000個に付平均 5.9	
	同	2832		積方1000個に付平均 4.9
	手傳	3174		
アスハルト塗	職工	885	面坪3927坪 一面坪平均 .23	
	手傳	860		” .22
防水モルタル塗	職工	556	面坪3740坪 ” .15	
	手傳	670		” .18
測量、造形、足代	大工	4438	施工期間十七ヶ月 一日に付平均 8.7	
	鳶人足	6070		” 11.9
其他雜用一式	人夫	7492	” 14.7	
	小計	107386		

(3) 鐵 桁 工 事

工 種	職工名	員 數	摘 要
外 濠 橋			
棧橋及切	大 工	337	
	鳶人足	722	
	人 夫	1207	
根 堀	土方人夫	3534	土積1254立坪 一立坪平均 2.8
舊濠壘取崩	石 工	96	
	人 夫	877	
拱 架	木挽職	142	{ 拱架用木材約尺 ¹ 1410本 一本に付平均 .1 { 拱架平面坪290坪 一坪に付 .49
	大 工	2187	{ 拱架用木材約尺 ¹ 1410本 尺 ¹ 一本平均 1.55 { 拱架平面坪290坪 一坪に付 7.54
	鳶人足	1859	{ 拱架用木材約尺 ¹ 1410本 尺 ¹ 一本平均 1.32 { 拱架平面坪290坪 一坪に付 6.40
	杭打人夫	112	{ 杭數210本 一本に付平均 .53 { 拱架平面坪290坪 一坪に付 .39
堰 板	大 工	1289	
	手 傳	657	
鐵筋材組建	鍛冶工	2264	鐵材 270.3噸 一噸に付平均 8.37
	人 夫	1382	” 5.11
鐵筋混凝土	人 夫	3933	容積 650.5立坪 一立坪に付平均 6.05
切石工	石 工	9757	石材拵及据付 9073切 一切に付平均 1.08
	手 傳	2019	石材運搬及据付手傳 ” .22
防水アスハルト塗	職 工	82	面坪 347.2坪 一面坪に付平均 .24
	手 傳	91	” .26
防水モルタル塗	職 工	54	面坪 344.7坪 ” .16
	手 傳	45	” .13
水 替	機關手	166	
	人 夫	127	
造り形其他雜工	大 工	1107	
	鳶人足	2076	
	人 夫	2199	
小 計		38321	
合 計		145707	

街路上及び龍閑川上に架せる橋梁鋼版桁は鋼材は全部八幡製鐵所より購入し其製作及び橋柱用壽鋼製造は併せて神戸川崎造船所の請負とし大正六年十二月より同造船所兵庫分工場に於て製作に着手し漸次竣工せる分より現場に回送し大正七年六月十日より組建に着手せり其組建及び現場鉸銼工事は東海工業株式會社の請負にして殆んど全橋梁に涉りて假構を構造し版桁製作の竣工に従ひ數ヶ所に於て同時に施工し得らるゝ如くせり而して製作工事は七年十月竣工し現場組建工事は八年一月十日全部竣工せり現場に於ける綴釘工は壓搾空氣鉸銼機を用ひ初め「セニホル」式空氣壓搾機壓力百「ポンド」壓搾空氣容槽廿立方呎のもの三臺を使用せるか器械に破損故障發出し修繕を重ねるも完全に使用し得らるゝ事少なく到底之のみに頼りては豫定の工程に進捗せざるべきを以て他の建設工事に使用の目的を以て新に購入せる大型空氣壓搾機を借入れ使用せり該機械の原動力は二百馬力電動機にして壓搾空氣容槽の大き二百五十立方呎なり之を千代田町拱橋の下に据付け之より六吋鐵管を拱上に布設し壓搾空氣を送り各橋梁礎に於て四分三吋鐵管を以て分岐し鉸銼機五個乃至八個を使用して作業せり鉸銼機一個一日の工程は綴釘徑八分の五吋なれば大約五百個同四分の三吋なれば約三百個なりし

鋼版桁總數は二十四橋四十六徑間其重量一〇四〇噸八八五にして其工場にて製作に要せし期間十一ヶ月現場組建七ヶ月間にして即ち平均一日に付製作は三噸二分組建は五噸なり綴釘數は工場打の分約十九萬三千三百個現場打約十三萬三千個にして平均一日に付工場打五百八十個現場打六百三十個なりし斯の如く平均工程の比較的少かりしは製作工事に於ては當時一般時局の影響を受け所要鐵材の供給不十分なりし爲め一時殆んど製作工事を中止せしめんとするに至れること又組建工事に於ては製作工事に供ひ多少遅延せると同時に既に記せし如く豫定の鉸銼用機械不十分なりし爲め新に大型機械を据付け使用せる等の支障ありたるが爲めなり

鐵桁「ペイント」塗工事は日本「ペイント」株式會社の請負にして鐵桁の組建竣工に従ひ順次に着手し八年二月全く終了せり

鋼桁橋の内常盤橋より鋼橋までの間は其西側に黒門橋より萬世橋までは東西兩側に幅員約三呎の木造歩行道を設く

鋼版桁各橋の要項は次表の如し

橋名	徑間數	總延長	版 桁 重 量 (封度)					橋 柱	
			本 桁	橫 梁 其 他	床 及 砂 利 止	人 道 遮 欄 排 水 管 等	鑄 鐵	鋼 材	
常盤橋一線	3	60'-0 1/4"	40615	15959	20755	3184	2319	13785	
龍閑橋一線	3	105- 0	32137	44998	13720	6521	2306	7213	
二線	3	105- 0	32137	44998	13720	2667	2306	7408	
本銀橋一線	1	51- 6 3/8	58690	47077	17703	4246	1802		
白旗橋一線	1	56- 5 3/16	40526	18521	9158	2620	951		
二線	1	56- 5 3/16	40381	18521	9158	365	951		
西今川橋一線	1	51- 6 3/8	37147	16892	8338	2418	934		
二線	1	51- 6 3/8	37147	16892	8338	325	934		
千代田橋一線	1	44- 7 3/4	25563	15962	6206	2156	986		
二線	1	45- 11 1/2	26909	16172	6348	252	986		
新石橋一線	3	100- 6 1/4	37358	36035	17099	4864	1091	9230	
二線	3	95- 8 1/2	35709	35666	16457	673	1091	9159	
上白壁橋一線	1	45- 3 1/2	29897	4238	9417	3295	857		
二三線	1	45- 3 1/2	60491	13638	17027	393	1780		
大通橋一線	3	136- 2 3/16	73214	58206	25550	6727	2509	8806	
二線	3	143- 1	95927	49432	16447	1493	2767	8476	
鍋橋一線	3	81- 0 7/16	37324	31285	11367	4073	1353	7827	
二線	3	76- 1 1/2	30352	27092	10420	434	1318	8238	
黒門橋一線	1	39- 0	16861	14236	5250	1782	968		
二線	1	39- 0	16861	14236	5250	1782	968		
小柳橋一線	1	16- 5 1/2	9553	5419	5847	1470	797		
萬世橋一線	3	159- 11	104116	78288	26462	7523	2751	7948	
二線	3	158- 11 1/2	102054	46087	19240	7217	2751	7690	
神田停車場乘降場	1	43-6	16577	6321					
合計			1036546	676171	299277	66480	35376	95780	

重量	計	重 量 (噸)			一線路 一呎に 付重量 (封度)	綫 釘 數			ペイント塗 面積(坪)	
		鋼	鑄鐵	鑄鋼		計	工場打	現場打	鋼材一 噸に付 面積	鋼材一 噸に付
20115	116632	42.097	9.971	52.068	972	10005	6399	390	275	5.28
10058	116953	46.691	5.520	52.211	1114	11262	6321	377	210	4.14
10058	113294	45.058	5.520	50.578	1079	10801	5982	372	200	3.95
	129518	57.016	.805	57.821	1257	10224	6589	295	247	4.27
	71776	31.618	.425	32.043	1272	5310	4048	296	109	3.41
	69376	30.546	.425	30.971	1229	5043	3920	293	108	3.49
	65729	28.926	.417	29.343	1276	4853	3790	299	99	3.37
	63636	27.992	.417	28.409	1235	4601	3584	292	99	3.47
	50873	22.271	.440	22.711	1139	4560	3256	351	87	3.83
	49667	21.733	.440	22.173	1081	4336	2970	337	86	3.88
10687	116364	46.690	5.258	51.948	1158	10433	6737	368	204	3.93
10687	109442	43.600	5.258	48.858	1144	9680	6331	367	195	3.99
	47704	20.914	.382	21.296	1053	2957	3730	320	103	4.83
	93329	40.870	.795	41.665	1030	5040	6011	270	190	4.56
10058	185070	77.011	5.610	82.621	1359	17288	10194	357	310	3.75
10058	184600	76.686	5.725	82.411	1290	15680	10954	347	299	3.87
10058	103287	41.016	5.094	46.110	1275	8428	6146	355	164	3.56
10058	87912	34.168	5.078	39.246	1155	7228	4693	349	150	3.82
	39097	17.022	.432	17.454	1003	3831	2693	383	80	4.58
	39097	17.022	.432	17.454	1003	3831	2693	383	80	4.58
	23086	9.950	.356	10.306	1403	1942	1775	374	76	7.37
10058	237146	100.151	5.718	105.869	1483	18390	12954	313	415	3.92
10058	195097	81.379	5.718	87.097	1227	15885	11167	333	341	3.92
	22898	10.222		10.222	526	1682	102	174	102	10.00
121953	2331533	970.649	70.236	1040.885	1177	193290	133039	336	4229	4.06

各拱橋及橋臺の内錢瓶町より第一鍛冶町に至る間の西側、黒門町より万世橋に至る東西
 兩側及萬世橋驛構内南側、紅梅河岸拱橋兩側笠石上には鐵造手摺高欄を設く其總延長は五
 千六百三十九呎七ナリ

従業人員 鐵桁架設及高欄建設に従事せし職工人夫總數は壹萬六千五百二十四人に
 して各工種に對する内課は次表の如し

工種	職工名	員數	摘	要
鐵桁架設	鍛冶工	5184	鐵桁組建及鉸銻 1040.9噸	一噸に付平均 4.98
	葦人足	5926	假構取建拂及鐵桁運搬	” 5.69
	銅工	389	種製作并取付	
床板上錆止	ペイント職	124	平面積 675.8坪	一坪に付平均 .18
	職工	69	”	” .10
同アスハルト塗	手傳	180	”	” .27
	左官職	98	”	” .15
同防水モルタル塗	手傳	251	”	” .37
	ペイント職	2044	鐵桁重量 1040.9噸 表面積約 4229.坪	一噸に付平均 1.96 一坪に付平均 .48
歩道敷板	大工	439	歩道面積 77.2坪	一坪に付平均 5.69
橋柱沓石	石工	394	基礎沓石拵及据付326.6切	一切に付平均 1.21
	手傳	228	同石材運搬及手傳	” .7
高欄建設	鍛冶工	485	高欄建設延長 5639.7呎	一呎に付平均 .086
	手傳	240	”	” .042
	大工	27	”	”
	石工	180	高欄柱根穴彫明	” .032
	ペイント職	266	ペイント塗	” .047
合計		16524		

第八 停車場

停車場は神田停車場一箇所にして電車専用とし其位置は神田區鍛冶町にありて東京驛より六十二鎖四十六節萬世橋驛まで三十一鎖三十一節にして鍛冶町大通り及び新石町通りに其出入口を設け本屋其他附屬建物等は總て高架線下に設く乗降場は第一第二線間及び第三第四線間に設くる設計なれども第一期工事として建造せるは第一第二線間の一箇所にして其長さ二百八十呎幅員廿四呎前後二箇所に階段を設け旅客は之に依りて昇降す停車場として設備せるものは鍛冶町側出入口に於ては本屋二十四坪二合附屬物置及便所十七坪八合人力車切符賣場及賣店二ヶ所自働電話室一ヶ所にして小手荷物は高架線下の通路を経て昇降機に依りて乗降場面に運搬す、新石町側に於ては本屋十二坪一合附屬物置及便所六坪一合賣店二ヶ所なり又乗降場には驛長派出所、乗客待合所合造一ヶ所を設く其建坪十坪五合なり

乗降場面に設備せる荷物用昇降機は一ヶ所にして其要項は左の如し

最大積載能力 一英噸 ケージの大きさ 5'×7' 11" 高 6' 昇降速度 毎分六十呎
 昇降距離 二十二呎一 電動機 半密閉型七馬力半 二十五サイクル 二百ヴォルト
 三相交流透導式

本屋及附屬屋とも總て木造にして兩出入口より階段までの通路は混凝土造にして表面は「アスハルト」舗道とし通路上部は鐵筋混凝土床硝子窓付明り取り家根を設け尙通路の兩側にある拱脚及「スラブ」の側面には白色煉瓦を貼付し通路の採光に便す、階段は附屬圖面に示す如く幅員十五呎にして鐵筋混凝土を以て構造し踏面は「ターピア」混凝土蹴込みは楓板を用ゆ乗降場床面も又鐵筋混凝土にして表面に「ターピア」混凝土を布設す乗降場の内上白壁町通りの上部に當る部分は鋼版桁を架設し其上部に波形鐵板を張り表面は他の部分と同一の構造をなす、乗降場上家は總延長327' 10" にして柱は鑄鐵製屋根は木造にして亜鉛鍍鐵板葺とす

乗降場には乗客用として水道栓一ヶ所を設置し其他通路或は床面洗滌用水栓四ヶ所事務所及便所内四ヶ所總計九ヶ所に水道栓を設置す、電燈は百ヴォルト二十「ワット」より百「ワット」までのもの總計百二十五個を點す

停車場工事の内荷物用昇降機製作及取付一切は櫻田製作所の請負にして本屋附屬屋、乗降場上家、待合室、床面通路、上部明り取り屋根、周圍境界板柵等の工事は一括して清水組の請負とし大正六年八月着手したるが拱橋工事等と關聯施工せるを以て比較的多數の日子を要し大正七年十二月工事を終了せり

第九 軌

道

本線軌道は七十五封度軌條を用ひ其延長第一線は六十九鎖五十三節第二線は六十九鎖六十四節合計一哩五十九鎖十七節にして線路は總て橋梁上にありて其構造一定ならざるを以て撒布すべき砂利厚は鐵桁上にありては平均一呎三吋拱橋上に於ては頂部約三呎拱脚上約九呎「スラブ」上に於て一呎二吋乃至二呎七吋なり枕木は總て砂利床なるを以て樁材並枕木を用ひ其數量は規定に依り配置せり本工事は總て直營を以て施工す線路砂利は精選品にして總數量貳千百立坪多摩川に於て採集し建築列車を以て運搬すべき計畫なるが鐵桁架設の竣工を待つときは工事全部の進行上に影響すべきを以て萬世橋及黒門橋には七年四月假鐵桁を架し建築列車を通し小柳町橋及黒門町橋の上部に撒布し續て本橋架設後萬世橋及東京驛の兩方面より運搬し七年十二月撒布全部を終り

軌條布設は砂利撒布を終りたる部分より順次に施工し八年一月二十五日全く終了せり線路中には勾配標六ヶ所哩程表四ヶ所を設置す

新線路は單に東京驛と萬世橋とを連絡するのみにして側線或は轉轍器等設置の必要なきも本線開通の上は現在山手線及び中央線の運轉系統を變更するの要あるを以て從て東京、萬世橋兩驛構内に於ける配線の變更乘降場其他の増設移轉等の必要あり之等の工事は大正七年八月より直營或は請負を以て着手し八年二月全部竣工せり

其施工せるものは東京驛構内に於ては本線増設七鎖二十節同移轉三十一鎖七十節側線の増設九鎖三十節之等に附屬せる「シツサース、クロッシング」新設一組轉轍器及轍又増設一組轉轍雙動機新設三ヶ所又側線に於て移轉四十六鎖三十節之に附屬せる轉轍器及轍又移轉十一組増設二組轍去七組轉轍雙動機新設三ヶ所「レリーズロック」一組軌條製車止移轉三ヶ所外に萬世橋驛構内より水壓式車止一ヶ所を移轉建設す、又線路の移轉に伴ひ檢車坑及洗車臺を移轉増築し現在長百八十呎のもの二ヶ所を百八十呎及二百四十呎のもの各一ヶ所とせり

電車運轉上の必要に依り第二乘降場を延長し其南方に於て延長百二十八呎幅二十四呎北方に延長三十呎幅十呎を増築す其構造は木造にて床面は敷板上に「ターピヤ」混凝土を布設し上家は木造鐵板葺にして現在のものと接續を良くす又第三乘降場にある荷揚用昇降機を第二乘降場に移轉し第一乘降場には面積十坪の乗客待合所を新設す

萬世橋驛は從來中央線の終端として電車は總て引返し運轉せるが新線開通と共に本驛は中間驛となるを以て一部配線を變更せり既に本線の移轉十六鎖側線同四十六鎖同撤去七鎖六十節及之等に附屬して轉轍器轍又の移轉二組撤去一組轉轍雙動機撤去一組なり又乘降場擁壁は從來木造の假構造なりしか之を煉瓦造に改築せり

第十 電 氣 設 備

東京萬世橋間新線路に架する電車線は「カタナリー、システム」にして之に要する鐵塔三十七組を拱橋上に建て之に繫架す鐵塔間の距離即ち電車線徑間の最長は二百六十五呎最短九十五呎平均百六十九呎なり又東京驛構内に於て配線一部の變更に伴ひ鐵塔八本を移轉し之に添架せる電車線をも共に移轉變更せり

發電所、變電所、送電線、原動力等は現在のものを變更せず

通信及信號設備は電線は電力用鐵塔を利用架設し自働開閉機十二臺、電動轉轍器四個、電話機二十二組、等を設備し電導線は多く「ケーブル」を使用せり

第十一 工事示方書抜萃

各種工事の示方書全文を掲ぐるは冗長に渉るを以て其内普通恒例に屬するもの及び小部分を規定せるものを除き主要の部分のみを抜萃して左に列記すべし

基礎工事

- 一本工事にて施工すべきものは基礎鐵筋混凝土杭打工事及び基礎用混凝土築造工事とす
- 一鐵筋混凝土杭を製造すべき位置は地均しの上大端を以て充分に搗き固め其上に基礎を作り杭の製造中型枠の歪曲異動を生ぜざる様堅牢に構造すべし
- 一根堀土積算法は構造物の底に於ける平面積に平均地盤よりの深さを乗したるものとす
- 一混凝土に使用する砂及び砂利は多摩川産或は之と同等以上にして其質堅緻清淨にして有機物及び油を含有せざるものたるべし砂は粗粒にして其大きさは二分目篩を全く通過し其内百分の七十五以上は一分目篩を通過するものたる可く砂利の大きさは不同にして六分目篩を通過し二分目篩に止まるものたるべし
- 一割栗石、目潰砂利及砂は堅質にして不純物の附着混入せざるものたるべく割栗石は大徑一尺乃至六寸厚さは各徑の二分の一以上のものたるべし
- 一鐵筋材緊結用鐵線は二十番 (B.W.G) 亜鉛引線とす
- 一混凝土に使用する水は必ず水道水たるべし
- 一杭及基礎に用ゆる鐵筋混凝土調合割合は容積に於て「セメント」一、砂二、砂利四とし杭の間隙を填充する普通混凝土の調合割合は「セメント」一、砂三、砂利六とす「セメント」は大椽一椽は四、二立方呎あるものとして使用するべし
- 使用する水の分量は實地に於て指揮に従ふ可し
- 混凝土調合割合は前項の如く定むと雖とも使用するべき場所に依り多少變更せしむることあるべし
- 一混凝土は「セメント」及砂を規定の割合に依り精確に量り蒸汽或は電氣混澁機に依り調練すべし時として小部分に使用するものに於ては許可を得て手練りとなすことを得此時に於ては其施工方法は監督員の指揮に従ふべし
- 一杭の軸鐵筋と螺旋鐵筋との交叉點は螺旋一回轉毎に四箇所、基礎鐵筋は縱橫交叉點毎に二十番 (B.W.G) 亜鉛引線を以て二回以上巻付け縱横とも少しも移動せざる様緊結し且つ鐵筋材全部の形狀をして眞直に且つ正確ならしむべし
- 一鐵筋材は總て鍛接すべからず若し接合を要する場合には各鐵筋の端を鈎狀に曲げ其直線部を一尺五寸以上互に重ね合はせ二十番 (B.W.G) 以上の鐵線を以て緊結すべし
- 一杭の尖端に於ける沓鐵物は薄鋼板を以て圖面に示す如く八角形に作り其一邊或は二邊に於て鍛合すべし
- 一鐵筋材の銹を生ぜしものは之を除去して組立て混凝土打込前更に其表面を清掃し塵埃

油、浮錆等を除去すべし

- 一混凝土杭は製造後五日以上にして型枠の兩側面を除き二週間は絶へず撒水して其乾燥を防ぐべし型枠の底板は少くも三週間は経過したる後取除き軌條等の上を滑らし所要の個所に運搬すべし而して製造後四十日以上経過するにあらざれば打込みをなすべからず但し断面の大き及び混凝土製造の際に於ける氣候或は其製造方法等に依り之等の日数は相當伸縮することあるべし
- 一杭打器械は蒸汽錘を用ゆ可し其形狀様式は規定せずと雖も活錘の重量三千封度以上衝程三十吋以上のもを用ゆべし
- 一杭打に際して其沈下程度は活錘三千封度衝程三十吋の場合に於て最終十回の打撃にて平均一回の沈下一分以内なるべし若し上記以外の蒸汽錘を使用する場合には其最終沈下程度は更に定むる所に従ふ可し
- 一杭を打ち終りたるときは其頭は所定の高さより一二尺上部にあらしめ其部分は混凝土を取崩し内部鐵筋材は之を屈折して基礎混凝土内に挿入せしめ杭頭と基礎混凝土とを連絡せしむべし
- 一杭を打終りたるとき其最終沈下が所定程度に達せざる時は周囲の地盤を掘り下げ所定の程度に達する迄打入せしめ其上部を少しく取崩し鐵筋を接續延長して現場に於て混凝土杭を追加製造すべし若し地盤を掘り下ぐるも未だ沈下が所定程度に達せざる時は追加製造したる杭頭を更に打ち込むべし
- 一各橋臺及拱脚の外側にある一列の杭は概して外方に約三分の一傾斜せしめ打ち込むべし但し活錘重量其他沈下程度等は總て前項記載のものと同なりとす
- 一杭の間隙は所定杭頭より以下一尺五寸まで泥土を取除き割栗石厚さ一尺以上填充し砂利及砂を以て目潰したる上充分に搗固むべし
- 一割栗石の上部には厚さ五寸の普通混凝土を築造し其上面を掻き荒し置き圖面に示す位置に精確に鐵筋材を配置し混凝土を一層約五寸の厚さに投入し充分搗き固め其上面を掻き荒し次層との膠着を良くすべし
- 一總て混凝土は成る可く混合後直に使用し一時間以上経過したるものは使用するべからず
- 一混凝土打込みの際は鐵筋の周圍及び細部まで充分周到する様又混凝土中に氣孔空隙等の存在せざる様充分に搗き固め鐵筋と混凝土との膠着を完全ならしむべし
- 一混凝土打込後は直に濕菰或は藁の類を以て覆ふべし
- 一樞板は混凝土打込後と雖ども掛員の認許を得るにあらざれば之を取外すべからず取外したる後は土砂を以て埋戻し充分に搗き固むべし

上部工事

- 一本工事にて施工すべきものは橋臺、拱脚、拱、側壁、乗降場床面、階段、排水管、側溝土留壁及以上各部に附屬せる工事一式とす
- 一砂利及砂(基礎工事に規定せるものと同じに付略す)

一石材は總て花崗石にして其品質は鐵氣山疵、罅裂或は雲母の澱き斑點等なく全部略同一の色合のものたる可し、但し排水渠には相州石村の堅質のものを用ゆるも妨げなし
石材の容積計算法は所要形状に外切する最小矩形の長幅及厚さに依り計算するものとす

一煉瓦は磨き煉瓦及燒過煉瓦とも何れも燒き方平等にして歪形ならざるは勿論品質形状色澤とも均一にして石片土塊等の混合物なく又疵損龜裂其他の缺點なく吸水量は其重量の六分の一以下たる可し

煉瓦の寸法は長七寸四分幅三寸六分厚さ一寸九分を以て定すとす雖ども長さに於て二分以内幅及厚さに於て一分以内の伸縮は之を許す

化粧張付煉瓦の形状品質は見本品と同等或は其以上たるべし

煉瓦積表面積の計算法に於て其表面に厚さ半枚以内の凸凹あるも一平面と見做して計算す

一鑄鐵物は厚薄及不等の收縮なく且つ破綻氣泡罅裂其他鑄造上の缺點あるべからず而して鑄造後磨き上げ鑄鐵に攝氏百五十度の溫度を與へ之と同溫度を有する「コールドター」液中に浸漬せしむべし

一排水用鑄鐵管は内外兩面とも甚しき凸凹なく内面は特に平滑にして厚薄不同なきものたるべし、鑄鐵管は時として水壓試験を執行することあるべし此時に於ては強度は每平方吋に付百封度以上の壓力に堪ゆるを要す

一土管は常滑燒にして無疵硬靱質にして形状正確に歪み彎曲厚さの不同等なく釉藥は全部平等のものたるべし、厚さは内徑五寸のものは八分以上内徑八寸のものは一寸以上を有するものたるべし

一土瀝青は内地産の眞質のものたるべし

一混凝土調合割合及其調練法(基礎工事と同一に付略す)

一各鐵筋材は縱横交叉點毎に二十番 (B.IV.G) 鋼線を以て二回以上巻付け縱横とも少しも移動せざる様に緊結し且つ鐵筋材全部の形状をして正確に眞直に或は所定の形状をなさしむべし

一鐵筋材は總て鍛接すべからず若し接合を要する場合には各鐵筋の端を鈎狀に曲げ其直線部を一尺五寸以上互に重ね合はせ二十番 (B.IV.G) 以上の鋼線を以て緊結すべし

一外濠橋拱環用鐵骨材は隅形鋼平鋼及び板鋼を以て圖面に示す如き形状に製作し總て鍛釘接合となし精確なる位置に据付け横繫鐵材を以て緊結すべし

一拱架を組建つ可き位置は地均しの上充分搗き固め其上に基礎を作り拱架は其表面を精確なる弧形をなさしめ平坦に削り尚漏水なき様に組建て混凝土築造中歪曲異動を生ぜざる様堅牢に構造すべし

一拱架は其上部に積載さるべき荷重を支持し沈降或は屈撓なき様充分の強度を有し且つ其表面は精確なる弧狀を保たしむべし時として拱架組建後其上部に載荷試験をなさしむることあるべし

一外濠橋用拱架は濠中に數列の杭を打ち其上に構造すべし其構造方法は豫め圖面を提出して掛員の承認を受くべし

一混凝土は構造物の全等或は其一部を區割して連續して打終るべし

一拱環及「スラブ」用混凝土は數區割に分ち打込むものにして其區割法及び打込みの順序は總て監督員の指揮に従ふべし

一混凝土型枠は混凝土打込後小なるものは一週間大なるものは二週間拱架は一箇月を經過したる後監督員の許可を得て除去すべし而して打込後二週間は絶えず撤去して其乾燥を防ぐべし但し断面の大き及混凝土打込の際に於ける氣候或は其他に依り之等の日數は多少伸縮することあるべし

一混凝土打込みの際には其硬軟に應じ相當の搗き固めをなし鐵筋の周圍及び細部まで充分に周到し鐵筋と混凝土との膠着を完全ならしめ且つ混凝土中に氣孔空隙等の存在せざる様にすべし

一總て混凝土は或る可く混合後直に使用し一時間以上を經過したるものは使用すべからず又混凝土打込後は直に濕菰或は藁の類を以て覆ふ可し

一橋臺裏と拱脚との間に全部埋立をなすべき部分は下部約二尺通り割栗石を填充し且つ拱脚面に小孔數箇所を設け雨水を停滯せしめざる様にすべし

一石材工作は橋臺及拱脚とも隅石及外濠橋拱環石は表面荒落しとし周圍は五分切込み上小叩きとし其他の石材は總て表面に顯はるゝ部分は三遍上小叩きとすべし

石材目地は二分乃至三分とし石材の大き及び形状に依り監督員の指揮に従ひて定むべし常盤橋南側橋臺及萬世橋北側橋臺帶石以上の分及隅柱形石等石材表面の製作及彫刻は既成の分に倣ひ製作し取合せ良く据付くべし

一各橋臺上鐵桁承石は其表面は特に平坦に仕上げ据付に際し徑一吋長四吋以上の鐵桿四本づゝを以て橋臺混凝土と連結せしむべし又其表面には指揮に従ひ鐵桁承板を嵌入すべき十字形孔を彫穿つべし

一外濠橋石材据付は一個毎に鐵太柄及び引鐵物を用ひて混凝土内に緊結せしむべし其大き及び員數等は石材の大小に依り掛員の指揮に従ふべし

一石材中彫刻を要するものは現場に於て示す圖面に依り現寸圖を畫き又複雑せるものは模型を作り許可を受け之に依りて工作すべし

一橋臺前面及側面並に拱、スラブ、拱上擁壁及拱脚等の西方側面は總て混凝土の表面に煉瓦を積込むものにして其表面は積立後清洗して目地塗りをなすべし

表面に用ゆる煉瓦は磨き煉瓦、中詰に用ゆるものは燒過二等品とす

第二本銀町橋西今川町橋及第一第二第三鍛冶町橋其他に於て混凝土版の仕上表面と内部鐵筋材との距離少く普通煉瓦を使用し能はざる所は厚さ五分或は一吋五分の化粧張付煉瓦を使用すべし張付煉瓦は厚さ五分のもの大約三段に付厚一寸五分のもの一段を使用す可しと雖ども詳細は實地に於て監督員の指揮に従ひ割合はせ張付くべし

煉瓦目地の厚さは二分乃至三分とす

- 一第一第二鍛冶町橋混凝土版の下には鉛板を敷設するものにして其敷設すべき混凝土の上面は平坦となし鉛板をして之に密着せしめ其上部に混凝土版を築造すべし鉛板の接際は指揮に従ひ臘付となすべし
- 一混凝土構造物の可伸接際は銅板を以て圖に示す如き形状のものを作り嵌りしたる後土瀝青を填充し水平接合も亦銅板を以て覆ひたる後防水塗をなすべし
- 一外濠橋の樞石及塔上部電燈用粧飾金物は掛員の示す現寸圖に依り模型を作り承認を受けたる後形状精確、模様鮮明に製作すべし其石材に取付くる方法は掛員の指揮に従ふべし
- 一拱、「スラブ」拱と擁壁及拱脚の東方側面は「モルタル」塗仕上となす其調合割合及施工法は監督員の指揮に従ふべし
- 一各拱背「スラブ」上面橋臺及拱上擁壁内面は防水用として全部に土瀝青を厚さ三分以上塗抹すべし
- 一防水塗土瀝青の上部に塗る可き防水「モルタル」は厚さ二寸にして調合割合は「セメント」一砂四とし砂は清浄なる細粒のものを用ふ「セメント」には其重量の約百分の一の明礬を加へ水には全しく約百分の一の石鹼を加へ其施工方法は指揮に従ふべし
- 一乗降場床面は混凝土上に厚さ六分の「ターピア」混凝土を打込み表面は指揮に従ひ適當の勾配を附して平面に仕上く可し
- 一排水管は各橋臺及拱脚上にある人孔内部より混凝土内を通過し橋臺或は拱脚の表面に沿ひ地盤に達するまでは總て内徑四吋厚二分の一吋の鑄鐵管とし夫より排水渠に達する迄地盤下に埋設するものは土管とす
埋設せる土管の中間に於ては圖面に示す位置或は其他必要の箇所は混凝土造樹を築造すべし其大き及深等は實地に於て指揮に従ひ施工すべし
- 一鑄鐵管と土管との接合箇所には混凝土造樹を設け橋臺或は拱脚の基礎上に据付け其上部は鑄鐵管を挿入したる上鑄鐵の蓋をなすべし
- 一各鑄鐵管の接際には麻及鉛を以て充分に填充し土管接際は「モルタル」を填充し尙其周圍は粘土を以て包圍すべし土管基礎は地盤を搗き固め割栗石八寸通り詰堅むべし
- 一用地境界に於ける排水渠は混凝土造とし内側面には「モルタル」を塗抹すべし其形状は圖面に示すと雖とも兩側の高さ及勾配等は實地の状況に應じ指揮に従ひて施工すべし
- 一排水渠内の水は道路付下水に排除せしむるものなれとも下水の設けなき道路に於ては用地境より暗渠土管に依り道路下に埋設しある附近の排水管に接続排除せしむべし
(以下附屬小工事の分は略す)

停車場建物工事

本工事は神田驛本屋及附屬物置、便所、賣店、改札口、乗降場上家、階段手摺及スクリーン、乗降場待合所、驛長派出所、腰掛、入口及通路床面并に上部明取り屋根、境界及假板

扉其他雜工事の建築に關するものにして其條項約百數十項に上ると雖も其規定する所は細部分に屬する所多きを以て之等は多く省略し只一般に關するもの及び主要工事に屬するもの、一部のみに左に抜萃す

- 一混凝土調合は基礎用は「セメント」〇、七火山灰〇、三砂三、砂利六とし床用は「セメント」〇、七火山灰〇、三砂四砂利八とし鐵筋混凝土は「セメント」一砂二、砂利四とす
- 一石材用「モルタル」は「セメント」〇、七火山灰〇、三砂利二、とし床上其他の上塗用は「セメント」〇、七火山灰〇、三砂二、五の調合とす
- 一石材の内堅石と稱するものは相州横根澤又は月出石等にして成る可く色揃ひのものを採用すべし
- 一木材は總て良質のものを選み圖面或は示方書に材質の記載なきものは杉材を使用すべし又造作類及板類は小節其他は並材にして建具材は眞去り上小節を用ひ何れも腐れ割れ抜節死節虫喰ひ其他の欠點なきものを選むべし
- 一鑄鐵は原型を作り検査を受けたる後良質の原料を選みて鑄造し肉厚不平均なく鑄疵埋穴等なく表面滑かに仕上り捺形彫刻等精細に判明するものたるべし
- 一木材の仕口及接合法は一々明記せずと雖とも監督員の指揮に従ひ完全に施工すべし又壁に接する木材は必ず塵決りをなすべし
- 一木材の混凝土又は石材に接觸する部分は「コーンター」塗をなすべし
- 一亜鉛鍍鐵板の「ペイント」塗をなすものは下地鉛化銅ニ「オンス」硝酸銅ニ「オンス」硫酸ニ「オンス」を「ガルロン」の清水に溶解し之れに鹽酸ニ「オンス」を加へたる溶液にて一回塗立乾きたる後水洗ひ又は水拭をなし光明丹を一回塗り其上に「ペイント」を塗るべし
- 一「ペイント」は日本「ペイント」會社特製品又は同等以上のものを用ひ其色合調合等は監督員の指揮に従ふべし
- 一建物内部既設鐵筋混凝土の壁面は下部腰打の部分は「セメント、モルタル」刷毛目塗とし其上部及天井(スラブ裏)とも總て白漆喰厚三分三回以上にて塗立つ可し、但し漆喰材料は苧、苧、石灰、鰯灰、角又等上品を選み其調合は監督員の指揮に従ふ可し
- 一内外木部見へ掛りは總て「ペイント」塗とし下地南京「ニス」又は「シセラック」等にて節留をなし下塗は「ペイント」肉色のものを用ひ乾きたる後「パテ」罫をなし中塗二回上塗一回塗とも總て四回仕上とし鐵又は亞鉛鍍鐵板の部分は光明丹塗の上に三回塗をなすべし、但し樺材の部分は節留をなし「コーバル、ヴァニス」五回塗とし又眞鍮柵は「ラック」塗を施すべし

乗降場上家、明取り屋根

- 一鑄鐵柱受の溝形鋼を締付へき「ボルト」は既設鐵筋混凝土壁へ埋込み溝形鋼は鋼板にて互に接合し鑄鐵製梁受鐵物を用ひて精確の位置に架渡すべし
- 一鐵柱受の鐵筋混凝土梁も亦埋込「ボルト」を既成擁壁へ入れ置き完全なる型枠を作り

- 梁用鐵筋を配置し二十番鋼線にて位置を正しく繫結し混凝土を打堅むべし
- 一鑄鐵柱は溝形梁或は混凝土梁へ「ボルト」にて締付け上部は鋼製構桁を以て相互を連絡し鑄鐵小屋組鐵物を取付圖面への如く小屋組をなすべし
- 一小屋組用合掌、母屋、棟木等總て倉材を用ひ椽形額形をなし鐵物及「ボルト」を以て組合せ母屋轉留鐵物等圖面の如く施工すべし
- 一屋根裏板は杉板割とし上面「アスハルト、フェルト」を敷き上棟、棟飾り等總て杉材を用ひ屋根は亞鉛鍍鐵板にて甲馳掛葺となし上棟廻り棟飾り板等同板にて包むべし
- 一明取り屋根は鐵筋混凝土造にして梁及「スラブ」とも既設橋壁間の上部に構成すべし、可伸接際となすべき所は梁を二本に分ち其目地には八十目付銅板を入れ「アスハルト」止とし雨水の浸透を防ぐべし
- 一梁及「スラブ」の下部天井に當る所は總て白漆喰厚き二分三回塗仕上とし屋根上部は「アスハルト」麻布を純「アスハルト」にて三枚重り總厚六分に敷込み雨漏なき様にし其上に亞鉛引鐵龜甲形網を張り混凝土(「セメント」〇、七火山灰〇、三、砂三、砂利六、大き六分以下)厚さ一時を打ち上端に水垂れ勾配を付し凸凹なき際に「セメント」溶液にて刷毛塗をなすべし
- 一明取り硝子屋根は棟母屋とも古軌條を掛渡し其上にT形鐵、銅板(八十目付)網入硝子(厚二分)等を用ひ特許田中式硝子屋根とし其上部へ鋼十八番線五分口龜甲形網を張り詰め棟及其他總て銅板(八十目付)張りとなすべし

版 桁 工 事

- 一版桁用鋼材は「シーメンス、マルチン」又は開爐鐵に依りて製造せるものたる可し
- 一鋼材の極抗張強度は毎平方時に付 60000 封度以上 70000 封度以下にして彈性限度は極強度の一分の一以上なる可し破斷の時伸長割合は長八時の試験材にて百分の二十以上たる可し
- 一綫釘用鋼の極抗張強度は毎平方時に付 50000 封度以上 60000 封度以下にして彈性限度は其二分の一以上たる可く伸長割合は八時試験材に於て百分の二十六以上たるべし
- 一鑄鋼の極抗張強度は毎平方時に付 65000 封度以上にして彈性限度は其二分の一以上、伸長割合は長二時の試験材に於て百分の十五以上たる可し
- 一鋼材の厚 $\frac{5}{16}$ " 以下のものは $\frac{1}{16}$ " を減する毎に前各項規定の伸長割合より百分の二、五を減することを得又 $\frac{3}{4}$ " 以上のものは $\frac{1}{8}$ " を増す毎に同じく百分の一を減少するを得
- 一鋼材試験の際試験材の中央三分の一以外の點に於て破斷せるものは廢棄し更に他の材片に就て試験す可し
- 一彎曲試験は板鋼型鋼及棒鋼とも厚一時以下のものは氣温に於て試験材の厚さの二倍に等しき直徑を以て百八十度に彎曲し其外邊に於て破斷の徵を表はすべからず
- 一隅鋼の厚さ $\frac{3}{4}$ " 以下のものは氣温に於て錘撃して兩邊を扁平ならしめ又厚 $\frac{1}{2}$ " 以下

のものは同じく兩邊を密着せしむるに何れも破斷の徵を表はすべからず但し此試験は検査官の要求に依りて爲すものとす

- 一綫釘用鋼は一點に刻目を附し其點に於て圓桿の徑に等しき直徑を以て彎曲するに刻目の點より漸次に破斷し其斷面は細き光澤ある等齊なる破斷面をなすを要す
- 一鑄鋼は氣温に於て其厚さの三倍に等しき内半徑を以て彎曲するに其外邊に破斷の徵を表はすべからず
- 一各材料は其規定の斷面積に對し百分の二、五以上の差あるべからず又板鋼の厚さは規定のものより百分の一以上少きものは採用せず

工 作

- 一綫釘孔を穿つに其整孔を要せざるものは壓穿機の徑は綫釘徑より $\frac{1}{16}$ " 以上大なるべからず又下臺の直徑は壓穿機の徑より $\frac{1}{8}$ " 以上大なるべからず、床板其他に於て厚 $\frac{3}{8}$ " 以上のものは穿孔するに壓穿機に依りて小孔を穿ちて調整擴大するか或は錐に依りて穿つ可し
- 一綫釘孔の整孔を要するものは壓穿機の徑は綫釘徑より $\frac{3}{16}$ " 小なるものを用ひ錐に依りて調整擴大し綫釘徑より $\frac{1}{16}$ " 大ならしむ可し
- 一厚さ $\frac{3}{8}$ " 以上の鋼板を剪斷したるとき其側邊及終端邊は少くも $\frac{1}{8}$ " 以上削り仕上げすべし
- 一版桁硬結材は上下兩突縁の間に緊着せしめ其兩端は突縁隅鐵に密觸せしむるを要す
- 一版桁の腹板は突縁に覆板を有せざるときは其上下兩邊は突縁隅鋼の背面と平坦ならしめ、覆板を有するものに於ては隅鋼の背面より $\frac{1}{8}$ " 内方にあらしむべし、腹板を接合するときは兩腹板の端に $\frac{1}{4}$ " 以内の間隙を存せしめ添板に依りて接合すべし
- 一材片の銜頭接合に於て接合面は精確に切斷し平坦に削りたる上兩邊を密着せしむるを要す
- 特に抗壓材片に於ては兩面は眞に密着し材片釘着後接觸面に於て壓力を完全に傳達し得る如くすべし
- 一鋼材は一部加熱して工作する小材片を除き總て燒鈍しするを要す
- 一鑄鋼は總て燒鈍しをなすべし
- 一鋼材は特別なる許可なき限り鍛接するを許さず
- 一床版の表面は平坦にして且つ平滑に削る可し而して削る可き錐目の方向は其上部にある材片伸長の方向と同一ならしむべし
- 一版桁は製作竣工後工場搬出前に於て全部を清掃し淤泥塵埃等を除き錆止用として鉛丹又は「ホノスパー」油を塗抹すべし其使用法は總て監督官の命する所に據るべし
- 一兩片を釘着すべき面に於ては釘着前鉛丹及び酸化鐵「ペイント」を塗抹すべし
- 一製作所名標は圖案に示す如き大きき及形狀のものを各徑間毎に緊着すべし

現場組建及「ペイント」塗工事

- 一 鐵桁組建用架構々造の大體は圖面に示す如く其組建つ可き位置は地均しの上充分搦き固め基礎を作り堅牢に組建て鐵桁組建中危險の恐なき様にすべし、架構上面に於ては全體に松板割を敷詰め組建工事中材料の屑片或は物品の道路面に墜落せざる様にすべし
- 一 假構は全橋梁に對する材料を準備し各橋の流用を許さず但し板割材其他小部材は鐵桁組建に支障を及ぼさざる程度に於て承認を得て轉用することを得べし
- 一 鐵桁は其大小に依り二個或は三個に分割したるものを支給すべきに依り現場に運搬し組建て横梁、縦桁、床板等を圖面に従ひ組建てたる後綴釘工をなすべし
- 一 鐵桁組建に當り各材の綴釘孔は一致せる如く製作せると雖ども若し一致せざるものあるときは之を調整すべし、綴釘打締めには成る可く壓搾空氣鏈を用ゆべしと雖ども止むを得ざる場合には許可を得て手鏈を用ゆることを得べし
- 一 綴釘員數は必要數に相當の割増を附して支給すべしと雖ども不足を生ずるときは請負人に於て同質のものを供給し使用すべし
- 一 各鐵桁の上部床面其他砂利に接する部分乗降場波形成鐵板の上部及各鐵材接合に於ける接觸面は橋て錆止「ペイント」二回以上塗抹すべし
- 一 各橋梁床板上面左右側板の表面或は鐵桁内側の表面にして砂利に接する部分は防水用として純土瀝青を厚さ三分以上塗り更に其上部に「モルタル」を厚さ一寸五分以上塗布すべし「モルタル」の調合は「セメント」一砂四とす
- 一 鐵桁の表面塗抹に使用する光明丹及び「ペイント」は日本「ペイント」株式會社特製上等品又油は同社製煮亞麻仁油にして他物を混ぜざるものたるべし
- 一 在來の防錆塗及錆鏽は「スクレーパー」及「ワイヤー、ブラツシュ」の類を以て充分に削り落とし地鐵を現出せしめ監督員の検査を受けた後乾燥せる布を以て能く其表面を拭ひ刷毛班、色班等なき様塗り上げ特に構造の細密なる部分は最も丁寧に塗り上げべし
- 一 錆落し終りたる所は即日下塗りを施すべし若し止むを得ず即日施工し能はざる時は油を塗抹し置き「ペイント」塗布の際之を拭ひ取るべし此際表面に錆を生じるときは之を除去すべし
- 一 「ペイント」調合割合は監督員の指揮に従ひ下塗光明丹一回中塗及上塗は既設市街線橋梁に倣ひ色「ペイント」各一回塗とす
- 一 塗布したる「ペイント」の全く乾燥したる後にあらざれば次回の塗布をなすべからず
- 一 在來の錆留「ペイント」及錆を削り落しをなすに當り決して藥劑を使用すべからず
- 一 各橋桁には「ペイント」塗をなしたる年月を指揮に従ひ記入すべし

第十二 工 事 費

(I) 總 括

本線路建設に要せし總工費は四百貳拾壹萬六千四百拾五圓なれども前項既に記せし如く用地は六線路に相當せるものを全部買収し基礎工事は三線路分乃至六線路分を築造せるを以て之等を上部工事を施工せる所と否らざる所とに區別するときは其總括は次の如し

	第一期工事	第二期工事
用地費	700,157.971	1,128,141.138
橋梁基礎工事費	379,238.770	263,031.176
同 上部工事費	1,174,224.503	
土工費	20,748.937	
停車場費	174,666.754	
軌道費	110,906.409	
電氣工事費	181,149.053	
雜工事費	16,777.184	
假設工事費	3,562.010	
障害物移轉費	63,811.024	
合 計	2,825,242.615	1,391,172.314

第一期工事として開通せる第一線路第二線路の總工費は貳百八拾貳萬五千貳百四拾貳圓にして線路延長は六拾貳鎖五拾五節なれば複線長一呎に付平均工費六百八拾四圓參拾六錢同一哩に付參百六拾壹萬參千四百貳拾圓なりとす

本工事は既に記せる如く材料の内鐵材及「セメント」は直接に購入し其他の内大部分は請負工事として施工したるものにして大正四年十一月着手し同八年二月竣工せり其間恰も歐州大戰に際し勞働賃金及び物價の騰昂甚しく獨り本工事のみならず長期に渉る請負工事は契約當時の單價を以ては請負人に於て到底其負擔に堪へず従て工事の完成を期し難き事情ありしを以て鐵道院に於ては大正六年十月全般の工事に對し次記條件に依り契約單價を變更し差支なきことに決定せり

- 一、大正六年六月三十日以前の締結に係る帝國鐵道會計規則第三十一條に依る工事請負契約及び明治三十四年三月一日勅令第八號に依る職工人夫雇傭契約にして其期間百八十五日以上に亘り現に期間中にあるものに限り單價の變更をなすことを得
- 一、單價變更の率は別表の範圍を超ゆることを得ず
- 一、變更の新單價は單價變更の日以後の工事出來高又は職工人夫使役數に對してのみ適用するものにして工事既成部分又は職工人夫使役済のものには之を及ぼさず
- 一、單價變更の結果請負金額に増加を來たすも契約保證金は之を増加せず
- 一、單價を變更したる工事にして期限内に竣工せざる場合其遲滞料の計算は單價を變更

したる時の請負金額に依る

一、単價を變更したる契約に就ては變更の日より一ヶ年後に於て物價騰落の状況に依り更に當院の相當と認むる單價に變更することあるべし

一、此單價の變更に關しては請負人より願書を呈出せしめ請書を徴し置くものとす

別表 請負契約單價增加率表

大正五年九月以前の契約に係るものは	三割四分
同 十月中契約のものは	三割
同 十一月中契約のものは	二割五分
同 十二月より六年四月末日迄に契約のものは	二割三分
六年五月中契約のものは	一割三分
同 六月中契約のものは	四分

以上の決定に依り當時施工中の基礎工事は四年十一月の契約に係るを以て全部増加の必要あり上部工事は五年九月の契約に係れとも其内一部は六年六月及九月の追加契約に係るを以て一部に對して増加をなすものとし六年十月七日を以て兩工事とも既成部分の検査をなし其未成殘高に對して請負金額を變更増額せり當時基礎工事は大略七分五厘上部工事は同貳分四厘の竣工にして其増額せし金高及び増加割合は左の如くなりし

工事名	請負總額	未竣工額	増加額	増加割合	
				未竣工額に對し	請負總額に對し
基礎工事	256,710	65,604	22,222	3.39	.87
上部工事	452,313	343,636	65,896	1.92	1.46

然るに其後大正七年に至るも勞働賃金及び物價の騰高は彌々甚しく上記の如き割合は到底物價の騰貴に伴はず施工彌々困難なるを以て大正七年八月十五日施工中の請負工事に對しては下記の方法にて現契約を解除し殘工事は特命隨意契約を以て施工し差支なきことに決定せり其條項中主要なるものを抜萃すれば左の如し

一、帝國鐵道會計規則第三十一條に依り隨意契約をなし得る工事請負契約中大正七年三月三十一日以前に締結したるものにして八月十五日に於ける未成部分に對する請負金額と當院査定の実費見込額との差か未成部分請負金額の百分の五を超過するものに限り違約金を徴せずして契約を解除するものとす但し未成部分請負金額が請負總金額の十分の一に達せざるもの並に契約擔當者に於て解除の必要を認めざるものは此限りにあらず

三、契約を解除したる工事の未成部分施行に關しては前請負人と特命隨意契約をなすものとす

四、前項の場合に於ける豫算は當該工事施行に要する當院査定の実費見込額より解約の際の未成部分請負金額の百分の五を減したる金額を以てす但し此額が解約の際の未成

部分請負金額の十六割以上に對するものに就ては拾六割に相當する金額に據るものとす

五、新契約の期限は相當と認むる所に依り之を定め契約書第十七條第一項に「但し物價騰貴並に材料又は勞働者の不足は之を正當の理由と認めず」の三十字を追加するものとす（以下省略す）

當時基礎工事は既に竣工し施行中のものは上部工事及び神田驛本屋新築工事にして前者は約七分八厘後者は一分九厘の竣工なりしを以て其未成部分を解除し之に對する實費見込額を精査し且つ未成部分の内數量の訂正増減をなすもの及び追加の必要あるものは之と同時に訂正追加したる上前請負人に特命契約せり其金額及び増加割合は左の如し

工事名	請負總額	未竣工額	數量訂正及び追加したる未竣工額	増加額	増加割合	
					未竣工額に對し	請負總額に對し
上部工事	533,387	119,087	108,938	31,718	2.91	.60
停車場本屋工事	53,200	43,207	47,507	11,358	2.39	1.98

以上二回に増加せる金額を通算するときは大略基礎工事に於ては八分七厘上部工事に於ては一割八分六厘停車場建物工事に於ては一割九分八厘なりとす

(II) 工費精算内譯

前項に掲げたる工事費總額の内譯を記すに當り工事費は數回に於て其請負單價を變更増額せるを以て同一種類の材料或は工事に於ても其施行せし時期に依り單價を異にすれとも以下各種の工事費表に於ては總増加額を各種目に等齊に配賦し新に單價を定めて計算せり

(1) 用地費

本費内譯は第4,5頁に掲載せるを以て茲に省略す

(2) 橋梁基礎工事費

本工事の内龍岡河岸より萬世橋に至る間は一回の工事とし常盤橋より外濠に至る間は上部工事と共に施行し、又鐵桁橋柱基礎の内路面以上にある石工は鐵桁架設工事と共に施行せるものなり斯く數種に區別せるを以て同一名稱の工事と雖とも其單價を異にし又其施工方法の異なるに従ひ異にせるものあり之等は總て別記す

種 目	單 價	第 一 線 第 二 線		
		數 量	金 額	
鐵筋混凝土杭用鐵筋材	噸	147.685	522.433	77155.654
同 セメント	樽	3.821	7065	26997.991
同製造及打立徑12"—長18'	本	13.640	318	4337.520
"—20	"	14.890	23	342.470
"—22	"	16.050	207	3322.350
13—20	"	16.310	604	9851.240
"—25	"	18.310	144	2636.640
14—27	"	22.150	995	22039.250
15—30	"	25.590	1700	43503.000
16—35	"	31.220	470	14673.400
17—40	"	38.610	77	2972.970
18—45	"	48.310	2	96.620
"—48	"	53.350	1	53.350
"—50	"	60.520	6	363.120
同打込後繼足 徑 14"	延呎	.820	156	127.920
" 15"	"	.850	159	135.150
" 16"	"	.890	40	35.600
同杭頭切端崩解	"	.164	9626	1578.666
同松杭長二間末口七寸	本	5.000	188	940.000
同長二間半末口七寸	"	6.300	25	157.500
同根 堀	立坪	5.960	1289.032	7682.631
同	"	6.500	799.026	5193.669
同	"	13.600	405.359	5512.882
同	"	62.000	50.061	3103.782
同割栗石工	"	21.820	185.183	4040.693
同	"	30.500	6.316	192.638
同普通混凝土	"	25.070	305.135	7649.734
同	"	42.280	263.319	11133.127
同	"	63.000	50.649	3190.887
同鐵筋混凝土	"	32.730	363.354	11892.576
同	"	156.450	236.252	36961.625
同上用鐵筋材	噸		109.166	18816.346
同切石工	切	2.760	291.700	805.092
同	"	4.000	323.630	1294.520
同	"	4.740	1059.073	5020.006
同橋臺面張煉瓦	面坪	13.230	28.838	381.526
同土留石垣	"	53.000	26.357	1396.921
同セメント	樽		11102	43649.704
合 計				379238.770

第三線乃至第六線		合 計		摘 要
數 量	金 額	數 量	金 額	
465.429	68737.004	987.862	145892.658	數量内譯 104頁
6175	23596.970	13240	50594.961	" 107頁
478	6519.920	796	10857.440	" 102頁
7	104.230	30	446.700	" "
58	930.900	265	4253.250	" "
1167	19033.770	1771	28885.010	" "
208	3808.480	352	6445.120	" "
1709	37854.350	2704	59893.600	" "
1057	27048.630	2757	70551.630	" "
43	1342.460	513	16015.860	" "
4	154.440	81	3127.410	" "
2	96.620	4	193.240	" "
		1	53.350	" "
1	60.520	7	423.640	" "
267	218.940	423	346.860	" "
98	83.300	257	218.450	" "
4	3.560	44	39.160	" "
5011	821.805	14637	2400.471	" "
		188	940.000	" "
		25	157.500	" "
1505.889	8975.098	2794.921	16657.729	數量内譯 118頁
		799.026	5193.669	" "
		405.359	5512.882	" "
		50.061	3103.782	" "
212.692	4640.940	397.875	8681.633	" "
		6.316	192.638	" "
393.151	9856.296	698.286	17506.030	" "
		263.319	11133.127	" "
		50.649	3190.887	" "
394.606	12915.455	757.960	24808.031	" 119頁
		236.252	36961.625	" "
52.172	7705.035	161.338	26521.381	" 120頁
291.700	805.092	583.400	1610.184	" 119頁
		323.630	1294.520	" "
		1059.073	5020.006	" "
56.396	746.119	85.234	1127.645	" "
		26.357	1396.921	" "
7058	26971.242	18160	70620.946	" 119頁
	263031.176		642269.946	

(3) 橋梁上部工事費

種 目	數 量	單 價	金 額	摘 要
鐵筋混凝土	立坪 1456.560	88.670	129153.175	外濠橋 數量內譯第129頁
同	” 353.478	156.450	55301.633	
同上用鐵筋材	噸 613.095	186.7757	114511.246	
普通混凝土	立坪 746.780	42.280	31573.858	
切石工	切 21313.142	3.720	79284.888	
同	” 9072.675	4.740	43004.479	
煉瓦工	面坪 1159.387	19.030	22063.134	
同	” 4.950	116.000	574.200	
同	立坪 20.229	125.550	2539.750	
防水アスハルト塗	面坪 3926.985	4.200	16493.337	
防水モルタル塗	” 3739.888	1.060	3964.281	
人孔鐵物	個 66	17.240	1137.840	神田驛前粧飾張煉瓦
排水用鐵管內徑三吋	呎 1732.98	4.150	7191.867	
同 內徑四吋	” 1029.44	5.250	5404.560	
同附屬混凝土造拵	個 139	24.940	3466.660	
塵除鐵物	” 94	3.350	314.900	
銅板工	平方呎 1078.932	.920	992.617	
鉛板工	” 3749.553	2.600	9748.838	

種 目	數 量	單 價	金 額	摘 要
青銅飾金物	貫目 101.1	23.000	2325.300	外濠橋粧飾用
セメント	樽 27023	4.2553	114991.496	
橋上高欄	呎 4593.8	7.000	32156.600	
橋臺上高欄	” 205.18	28.6016	5868.537	
高欄ペイント塗			718.270	
版桁用鋼材	噸 960.427	219.000	210333.513	
同 製作費	” 960.427	71.400	68574.488	
同 鑄鐵及鑄鋼	” 70.236		113936.000	
同 排水管其他雜費			12867.539	
同 架設費			62390.000	
同 鉸接機工費			4532.154	
同 ペイント塗	面坪 4127	2.400	9904.800	
同 防水モルタル塗	” 675.735	7.800	5270.733	
同 セメント	樽 219	4.2553	931.915	
同 兩側木造歩道	面坪 77.197	35.000	2701.895	
合 計			1174224.503	

基礎及上部工事費を各橋梁に細別すれば次の如し

種 目	單位	錢 瓶 町 橋		常 盤 橋		大 手	
		數量	金額	數量	金額	數量	金額
基礎工事							
鐵筋混凝土杭	本						
鐵筋材	噸						
松杭	本			40	203.900	173	
根堀	立坪			26.341	171.217	772.685	
割栗石工	”			1.262	38.491	5.054	
鐵筋混凝土	”						
普通混凝土	”			14.186	599.784	238.991	
煉瓦工	面坪						
切石工	切			71.21	284.840		
セメント	樽			108	439.079	1793	
雜工							
小 計					1737.311		
上部工事							
鐵筋混凝土	立坪	.105	9.310			175.087	
普通混凝土	”	4.946	209.117			111.306	
切石工	切	564.793	2101.030			1958.451	
煉瓦工	面坪					97.167	
同	立坪	7.388	927.563				
防水アスハルト塗	面坪	40.82	171.444			479.75	
防水モルタル塗	”	40.414	42.839			472.088	
人孔鐵物及座除鐵物	個	1	17.240			12	
排水鐵管及附屬柵	呎					111	
銅板工	平方呎					33	
鉛板工	”						
青銅飾金物	貫						
鐵筋材	噸					35.940	
セメント	樽	61	259.574	14	59.574	2875	
高欄	呎	641.17	4676.596			458.85	
鐵桁	噸			52.068	30041.978		
同 架設費					3118.187		
同 「ペイント」塗	面坪			275	660.000		
同 防水塗	”			44.377	346.141		
歩道用敷板	”			4.236	148.260		
小 計			8414.713		34374.140		
合 計			8414.713		36111.451		

町 橋	外 濠 橋		龍 閑 河 岸 橋		龍 閑 橋		
	金額	數量	金額	數量	金額	金額	
				87	1285.210	26	389.350
		55.942	10955.946	6.898	1018.733	1.767	260.959
893.600							
5022.452	455.42	8616.664	23.631	140.841	7.16	42.673	
154.147			3.341	72.901	1.285	28.039	
	236.252	36961.625	7.495	245.311			
10104.539	60.791	3619.691	10.406	260.878	2.706	67.839	
	1059.073	5020.006			53.46	213.840	
7289.545	3105	12623.556	223	852.166	42	160.986	
		1396.921		30.176		9.020	
23464.283		79194.409		3906.216		1172.706	
15524.964	353.478	55301.633	27.337	2423.972			
4706.018			61.087	2582.758			
7285.438	9072.675	43004.479	586.366	2181.282			
1849.088			26.369	501.802			
2014.950	347.247	1458.437	109.887	461.525			
500.413	344.734	365.418	108.348	114.849			
206.880	18	60.300	2	34.480			
882.030	144	676.800	18	144.380			
30.360	3	2.760	6	5.520			
	101.1	2325.300					
6314.658	214.387	44458.251	5.866	1030.656			
12234.043	4031	17153.193	802	3412.767	22	93.617	
3493.218			77.29	699.954			
					102.789	46827.003	
						6419.329	
					410	984.000	
					67.38	525.564	
					6.893	241.255	
55042.060		164806.571		13593.945		55090.768	
78506.343		244000.980		17500.161		56263.474	

種 目	單位	第一本銀町橋		本 銀 橋		第二本
		數量	金額	數量	金額	數量
基礎工事						
鐵筋混凝土杭	本	202	3051.650			81
鐵筋材	噸	17.631	2603.839			5.802
松杭	本					
根堀	立坪	64.069	381.851			60.38
割栗石工	”	9.074	197.995			3.778
鐵筋混凝土	”	14.5	474.585			
普通混凝土	”	15.415	386.454			27.686
煉瓦工	面坪					14.419
切石工	切					145.85
セメント	樽	428	1635.548			277
雜工			69.536			
小 計			8801.458			
上部工事						
鐵筋混凝土	立坪	45.615	4044.682			33.471
普通混凝土	”	45.483	1923.021			18.548
切石工	切	1117.841	4158.368			841.117
煉瓦工	面坪	46.106	877.397			33.877
同	立坪					
防水アスハルト塗	面坪	147.888	621.130			59.592
防水モルタル塗	”	144.497	153.167			56.868
人孔鐵物及塵除鐵物	個	2	34.480			5
排水鐵管及附屬樹	呎	22.14	166.115			151.3
銅板工	平方呎	12	11.040			
鉛板工	”					
青銅飾金物	貫					
鐵筋材	噸	9.708	1705.696			16.640
セメント	樽	915	3893.617	11	46.808	542
高欄	呎	113.05	1133.265			77.4
鐵桁	噸			57.821	17689.679	
同 架設費					3324.664	
同 「ペイント」塗	面坪			247	592.800	
同 防水塗	”			34.212	266.854	
歩道用敷板	”			2.241	78.435	
小 計			18721.978		21999.240	
合 計			27523.436		21999.240	

銀町橋	白 簀 橋	西 今 川 町 橋	西 今 川 橋
金額	數量	金額	金額
1257.030		61	834.710
856.871		3.615	533.882
359.865		51.769	308.543
82.436		2.892	63.103
694.088		26.704	669.469
190.763		14.419	190.763
402.546		145.85	402.546
1058.520		244	932.414
28.208			21.156
4930.327			3956.586
2967.874		23.154	2053.065
784.209		18.684	789.960
3128.955		813.728	3027.068
644.679		33.706	641.425
250.286		41.466	174.157
60.280		39.121	41.468
16.750		4	13.400
852.355		113.33	619.960
2923.648		10.647	1870.678
2306.383	12	51.064	1821.277
637.702		53.4	466.342
	63.014	19309.849	57.752
		4371.711	17727.317
	217	520.800	3851.256
	35.984	280.675	198
	3.78	132.300	475.200
			32.08
			250.224
			3.597
			125.895
14573.121			11518.800
24666.399			22472.445
19503.448			15475.386
24666.399			22472.445

種目	單位	千代田町橋		千代田橋		新石
		數量	金額	數量	金額	數量
基礎工事						
鐵筋混凝土杭	本	394	6194.530			280
鐵筋材	噸	35.326	5217.130			22.836
松杭	本					
根堀	立坪	94.396	562.600			80.332
割栗石工	”	16.174	352.916			12.322
鐵筋混凝土	”	33.158	1085.261			20.4
普通混凝土	”	22.269	558.284			26.671
煉瓦工	面坪					
切石工	切					
セメント	樽	848	3240.523			658
雜工			136.776			
小計			17348.020			
上部工事						
鐵筋混凝土	立坪	107.726	9552.065			58.982
普通混凝土	”	65.451	2767.268			86.783
切石工	切	1805.928	6718.052			1684.235
煉瓦工	面坪	90.301	1718.428			96.629
同	立坪					
防水アスハルト塗	面坪	330.838	1389.520			213.875
防水モルタル塗	”	324.985	344.484			210.916
人孔鐵物及塵除鐵物	個	9	155.160			5
排水鐵管及附屬柵	呎	112.75	816.398			61.92
銅板工	平方呎	27	24.840			9
鉛板工	”					
青銅飾金物	貫					
鐵筋材	噸	24.915	4377.565			13.737
セメント	樽	1811	7706.383	9	38.298	1423
高欄	呎	328.72	2578.703			188.09
鐵桁	噸			44.884	13860.980	
同 架設費					3212.390	
同 「ペイント」塗	面坪			173	415.200	
同 防水塗	”			28.486	222.191	
步道用敷板	”			3.041	106.435	
小計			38148.866		17855.494	
合計			55496.886		17855.494	

町橋	新石橋		第一銀冶町橋		上白壁橋	
	金額	數量	金額	數量	金額	數量
	4563.050	32.	536.020	738	18091.490	
	3372.541	2.38	351.490	94.677	13982.397	
	478.779	14.798	88.196	223.194	1330.236	
	268.866	1.496	32.643	33.116	722.591	
	667.692			70.899	2320.524	
	668.642	2.918	73.154	40.047	1003.978	
		62.16	248.610			
	2514.463	53	203.022	2290	8750.941	
	97.252		11.152		256.332	
	12631.285		1544.317		46458.489	
	5229.934			226.644	20096.524	
	3669.185			71.315	3015.198	
	6265.354			2236.863	8321.130	
	1833.850			174.15	3554.075	
				6.273	787.575	
	893.275			372.298	1563.652	
	223.571			310.970	329.628	
	86.200			28	93.800	
	449.780			642.77	3394.117	
	8.280			432.468	397.870	
				1774.233	4613.005	
	2413.591			76.770	13488.489	
	6055.319	21	89.362	3157	13434.043	17
	1774.621			170.25	1585.297	
		100.806	45425.282			62.961
			7045.579			4132.054
		399	957.600			293
		65.074	507.577			51.632
		7.65	267.750			4.004
	28912.960		54293.150		74674.403	
	41544.245		55837.467		121132.892	
						24951.529
						24951.529

種 目	單 位	第二鍛冶町橋		大 通 橋		第三鍛
		數 量	金 額	數 量	金 額	數 量
基礎工事						
鐵筋混凝土杭	本	810	21680.280	70	1553.940	189
鐵筋材	噸	116.543	17211.683	7.351	1085.635	23.461
松杭	本					
根堀	立坪	240.403	1432.802	16.882	100.617	42.718
剝栗石工	”	37.651	821.544	2.547	55.576	4.634
鐵筋混凝土	”	83.939	2747.324			1.63
普通混凝土	”	37.616	943.033	8.706	218.260	9.379
煉瓦工	面坪					
切石工	切			45.60	182.400	
セメント	樽	2698	10310.060	167	638.657	470
雜工			291.756		24.436	
小 計			55438.482		3859.521	
上部工事						
鐵筋混凝土	立坪	273.834	24280.861			56.305
普通混凝土	”	51.807	2190.400			
切石工	切	2430.692	9042.174			290.466
煉瓦工	面坪	227.815	4575.320			33.007
同	立坪	6.457	810.676			
防水アスハルト塗	面坪	426.122	1789.713			109.033
防水モルタル塗	”	354.664	375.944			105.093
人孔鐵物及座除鐵物	個	34	113.900			5
排水鐵管及附屬物	呎	742.58	3825.745			237
銅板工	平方呎	474.864	436.875			
鉛板工	”	1975.32	5135.832			
青銅飾金物	貫					
鐵筋材	噸	92.594	16268.766			19.095
セメント	樽	3547	15093.618	34	144.681	647
高欄	呎	335.1	2717.611			
鐵桁	噸			165.032	66074.097	
同 架設費					10921.040	
同 「ペイント」塗	面坪			609	1461.600	
同 防水塗	”			104.295	813.501	
歩道用敷板	”			9.506	332.710	
小 計			86657.435		79747.629	
合 計			142095.917		83607.150	

冶町橋	鍋 橋		黒 門 町 橋		黒 門 橋	
金 額	數 量	金 額	數 量	金 額	數 量	金 額
5268.350	50	1121.260	556	13136.620		
4203.270	5.324	786.276	73.898	10913.645		
254.599	13.25	78.970	119.154	710.158		
101.114	2.105	45.931	19.304	421.213		
53.350	2.494	81.629	47.4	1551.402		
235.132	5.396	135.278	20.558	515.389		
	45.60	182.400				
1796.045	140	535.480	1540	5884.913		
65.600		17.384		193.028		
11977.460		2984.608		33326.368		
4992.564			156.06	13837.840		
			77.159	3262.283		
1080.534			2603.019	9683.231		
628.123			108.395	2062.757		
457.939			456.883	1918.909		
111.399			449.176	476.126		
16.750			13	224.120		
1232.950			154.01	1132.772		
			36	33.120		
3354.991			31.741	5576.894		
2753.192	16	68.085	2474	10527.660	8	34.043
			865.78	6894.482		
	85.356	40776.086			34.908	10886.459
		5569.555				2383.754
	314	753.600			160	384.000
	50.084	390.655			24.788	193.346
	5.175	181.125			5.32	186.200
14628.442		47739.106		55630.194		14067.802
26605.902		50723.714		88956.562		14067.802

種 目	單位	第一小柳町橋		小柳橋	
		數量	金額	數量	金額
基礎工事					
鐵筋混凝土杭	本	484	13114.800		
鐵筋材	噸	78.74	11628.737		
松杭	本				
根堀	立坪	127.257	758.452		
割栗石工	”	18.310	399.524		
鐵筋混凝土	”	45.106	1476.319		
普通混凝土	”	23.200	581.624		
煉瓦工	面坪				
切石工	切				
セメント	樽	1603	6125.658		
雜工			168.100		
小 計			34253.214		
」部工事					
鐵筋混凝土	立坪	150.402	133,6.145		
普通混凝土	”	69.955	2957.697		
切石工	切	2291.358	8523.852		
煉瓦工	面坪	104.578	1990.120		
同	立坪	.054	6.780		
防水アスハルト塗	面坪	435.211	1827.886		
防水モルタル塗	”	427.884	453.557		
人孔鐵物及塵除鐵物	個	12	206.880		
排水鐵管及附屬樹	呎	135.20	1009.080		
銅板工	平方呎	27	24.840		
鉛板工	”				
青銅飾金物	貫				
鐵筋材	噸	33.505	5886.828		
セメント	樽	2344	9974.469	5	21.277
高欄	呎	832.31	6745.589		
鐵桁	噸			10.306	3252.204
同 架設費					610.341
同 「ベイント」塗	面坪			76	182.400
同 防水塗	”			14.438	112.616
歩道用敷板	”			2.132	74.620
小 計			52943.723		4253.458
合 計			87196.937		4253.458

第二小柳町橋		萬世橋		合 計	
數量	金額	數量	金額	數量	金額
416	11704.380	41	707.930	4547	104490.500
70.906	10471.772	3.502	517.194	631.599	95972.000
				213	1097.500
100.238	597.419	9.401	56.030	2543.478	21492.964
15.513	338.494	1.641	35.807	191.499	4233.331
36.333	1189.179			599.606	48854.201
20.604	516.542	4.854	121.690	619.103	21973.748
				28.838	381.526
		45.60	182.400	1674.403	7119.618
1401	5353.742	79	302.377	18167	70647.695
	144.484		14.276		2975.587
	30316.012		1937.698		379238.770
121.833	10803.375			1810.038	184454.808
64.256	2716.744			746.780	31573.858
2088.285	7768.420			30385.817	122289.367
92.237	1755.270			1164.337	22637.334
.057	7.156			20.229	2539.750
356.075	1495.515			3926.985	16493.338
350.130	371.138			3739.888	3964.281
10	172.400			160	1452.740
116.42	860.605			2762.42	16063.087
18.6	17.112			1078.932	992.617
				3749.553	9748.837
				101.1	2325.300
27.55	4840.535			613.095	114511.246
1966	8365.958	40	170.213	27242	115923.411
657.57	5340.027			4798.98	38743.407
		192.966	74339.541	1030.663	405711.540
			11962.294		66922.154
		756	1814.400	4127	9904.800
		122.905	958.659	675.735	5270.733
		19.622	686.770	77.197	2701.895
	44514.255		89931.877		1,174,224.503
	74830.267		91869.575		1,553,463.273

各橋梁一線路一呎に對する工費を表示するときは次の如し

橋名	橋形	橋長(呎)	線路延長(呎)	總工費			
				用地	基礎	上部	計
拱及スラブ橋							
錢瓶町橋	拱	160.7				8415	8415
大手町橋	”	451.6	925.69	88126	23464	55042	166632
外濠橋	”	126.1	756.66		79194	164807	244001
龍閑河岸橋	”	92.0	185.54		3906	13594	17500
第一本銀町橋	”	171.7	300.82	31510	8801	18722	59033
第二本銀町橋	スラブ	85.1	170.36	14313	4931	14573	33817
西今川町橋	”	60.9	121.72	10355	3956	11519	25830
千代田町橋	拱	328.7	662.04	40746	17348	38149	96243
新石町橋	”	104.0	303.49	32216	12632	28913	73761
第一銀冶町橋	スラブ	317.1	766.94	81598	46459	74674	202731
第二銀冶町橋	”	236.7	869.29	128116	55439	86657	270212
第三銀冶町橋	”	54.4	167.58	20403	11977	14628	47008
黒門町橋	拱	443.9	885.14	83124	33327	55630	172081
第一小柳町橋	”	421.5	842.05	98468	34253	52944	185665
第二小柳町橋	”	336.6	677.84	68050	30316	44514	142880
小計			7635.10	697025	366003	682781	1745809
鋼版桁橋							
常盤橋	三徑間	56.7	113.40		1737	34374	36111
龍閑橋	”	100.6	201.16		1173	55091	56264
本銀橋	一徑間	47.2	94.52			21999	21999
白旗橋	”	51.2	102.40			24666	24666
西今川橋	”	47.2	94.52			22472	22472
千代田橋	”	42.9	84.59			17856	17856
新石橋	三徑間	79.4	186.89		1544	54293	55837
上白壁橋	一徑間	41.5	124.47			24952	24952
大通橋	三徑間	143.1	270.45		3859	79748	83607
鍋橋	”	75.9	148.31		2985	47739	50724
黒門橋	一徑間	35.4	70.74			14068	14068
小柳橋	”	14.9	29.82			4253	4253
萬世橋	三徑間	156.6	312.00		1938	8992	91870
小計			1833.77		13236	491443	504679
總計			9468.87	697025	379239	1174224	2250488

一線路一呎工費					構造物面積一坪 工費	摘要
用地	基礎	上部	計	用地費を除きたる工費		
						北方橋臺一部及橋上高欄
95.200	25.348	59.460	180.008	84.808	470.461	六線路分
	104.663	217.808	322.471	322.471	841.555	
	21.053	73.267	94.320	94.320	245.385	
104.746	29.258	62.237	196.241	91.495	517.718	
84.049	28.951	85.573	198.573	114.524	519.901	
85.072	32.505	94.634	212.211	127.139	555.515	
61.546	26.204	57.623	145.373	83.827	378.857	三線路分
106.153	41.620	95.268	243.041	136.888	446.583	
106.394	60.576	97.367	264.337	157.943	629.082	
147.380	63.774	99.688	310.842	163.462	731.802	
121.748	71.473	87.292	280.513	158.765	409.735	
93.911	37.651	62.849	194.411	100.500	480.970	
116.938	40.678	62.875	220.491	103.553	547.069	”
100.392	44.725	65.671	210.788	110.396	513.916	”
91.292	47.937	89.427	228.656	137.364	552.916	
	15.320	303.123	318.443			三線路分
	5.830	273.865	279.695			
		232.747	232.747			
		240.883	240.883			
		237.753	237.753			
		211.083	211.083			
	8.263	290.509	298.772			
		200.462	200.462			
	14.271	294.870	309.141			
	20.124	321.887	342.011			
		198.866	198.866			
		142.638	142.638			
	6.211	288.243	294.454			
	7.218	267.996	275.214			
73.612	40.051	121.009	237.672	164.060		

(4) 土 工 費

種 目	數 量	單 價	金 額	摘 要
排水用土管 内徑五寸	呎 3007.35	.760	2285.586	
同 ” 八寸	” 830.8	1.110	922.188	
同 附屬柵	個 8	45.000	360.000	
排水渠	呎 3377.78	3.180	10741.340	
同 (石蓋附)	” 257.65	5.830	1502.100	
道路敷均し及砂利敷	面坪 918.349	1.920	1763.230	
神田驛前歩道修築	” 31	21.552	668.110	
セメント	樽 589	4.2553	2506.383	
合 計			20748.937	

(5) 停 車 場 費

(一) 神田停車場新築工事費

名 稱	工 事 種 類	數 量	單 價	金 額	摘 要	
本屋及附屬屋	木造本屋	建坪 36.249	122.000	4422.378		
	同 物置	” 11.783	68.000	801.244		
	同 便所	” 12.083	188.300	2275.229		
	同 驛員詰所	” 6.597	122.000	804.834		
	同 賣店及物置	” 38.966	160.000	6234.560		
	同 自働電話室	” 1.041	109.000	113.469		
	同 人力車置場	” 17.290	135.000	2334.150		
	改札口柵	呎 36	10.000	360.000		
	乗降場	鐵筋混凝土	立坪 27.694	88.670	2455.627	
		同上用鐵筋材	噸 14.349	176.300	2529.703	
		普通混凝土	立坪 3.745	42.280	158.339	
		切石工	切 191.5	3.720	712.380	
		セメント	樽 339	4.2553	1442.553	
		防水アスハルト塗	面坪 6.611	4.200	27.766	
ターピア混凝土		” 165.074	7.480	1234.753		
排水用鐵管 内徑三吋		呎 132.27	4.150	548.920		
同 ” 四吋		” 243.5	5.250	1278.375		
鉛板工		平方呎 71.31	2.600	185.406		
銅板工	” 119.652	.920	110.080			
鐵桁	噸 10.222	317.250	3242.923			

名 稱	工 事 種 類	數 量	單 價	金 額	摘 要	
階段ニケ所	鐵桁ペイント塗	面坪 10 ²	2.400	244.800		
	同 架設費			1477.409		
	同上	建坪 206	155.000	31930.000		
	同上用亞鉛引薄鋼板	噸 4.578	509.627	2333.074		
	待合所及驛長派出所	建坪 10.5	162.000	1701.000		
	腰掛	尺 30	10.000	300.000		
	鐵筋混凝土	立坪 7.744	88.670	686.660		
	同上用鐵筋材	噸 3.732	175.700	655.713		
	普通混凝土	立坪 11.218	42.280	474.297		
	煉瓦工	” 13.418	125.550	1684.630		
	セメント	樽 222	4.2553	944.681		
	ターピア混凝土	面坪 29.2	7.480	218.416		
	基礎根堀	立坪 27.233	6.500	177.047		
	同 割栗石工	” 5.858	30.500	178.669		
	松杭 長二間末口七寸	本 15	8.000	120.000		
	同 長二間半末口七寸	” 145	10.680	1548.600		
	混凝土杭繼足	” 160	1.750	280.000		
	階段木部一式	個所 2	1130.000	2260.000		
	階段手摺	” 2	1886.000	3772.000		
	入口石門	階段上木造スクリーン	尺 156	13.000	2028.000	
切石工		切 1947.564	3.720	7244.938		
セメント		樽 45	4.2553	191.489		
鐵扉		個所 2	1045.500	2091.000		
地覆石		” 2	155.000	310.000		
通 路		混凝土造アスハルト塗	面坪 95	12.000	1140.000	
		通路上明取屋根	” 138.5	92.000	12742.000	
		鐵筋材	噸 23.532	201.394	4739.208	
		軌條 1吋長6'	本 100		無代價再用品	
雜工事		橋脚間木造仕切壁	個所 15	280.000	4200.000	
	同 假板扉	尺 602	2.695	1622.293		
	拱下荷物通路	面坪 84.264	14.000	1179.696		
	荷物昇降機	個所 1		15300.000		
	水道設備一式			480.010		
	電車線路圖			410.000		
	驛長及助役官舎			3730.000		
	セメント	樽 292	4.2553	1242.554		
	火山灰	買目 774.4	.079	61.178		
	合 計			140972.051		

(二) 東京驛構内一部施設工事費

種目	數量	單價	金額	摘要
第一乗降場待合所新築	建坪 10	120.000	1200.000	
第二乗降場床面及上家増築	” 97	88.350	8569.950	
同待合所及乗務員詰所移轉	” 20	28.000	560.000	
乗降場模様替其他諸詰所移轉等			302.696	
小荷物運搬用昇降機移轉	個所 1		2374.360	
檢車坑移轉増築	呎 420	10.200	4284.000	
洗車臺移轉増築	” 840	2.950	2478.000	
セメント其他物品代價			867.670	
給水設備			102.680	
合 計			20739.356	

(三) 萬世橋驛構内一部施設工事費

種目	數量	單價	金額	摘要
萬世橋々臺切石工	切 320.11	3.720	1190.809	
同 煉瓦工	立坪 3.841	125.550	482.238	
同 防水アスハルト塗	面坪 6.367	4.200	26.741	
同 防水モルタル塗	” 6.145	1.060	6.514	
同 排水鐵管 内徑四吋	呎 28	5.250	147.000	
同 セメント	樽 22	4.2553	93.617	
橋臺上高欄	呎 5.45	28.6019	155.880	
橋上及構内高欄	” 825.8	7.000	5780.600	
同上ベイント塗			117.519	
乗降場擁壁改築(木造を煉瓦造に)	呎 393.75	6.650	2618.437	
同 登り掛改築并留石新設	個所 2	143.560	287.120	
同 擁壁笠木を笠石に改築	呎 100.51	2.500	251.275	
同 床面人造石敷石補修	面坪 135.431	7.000	948.017	
同 驛長派出所改造	建坪 4.5	15.000	67.500	
同 待合所改造	” 6.75	25.000	168.750	
同 下り乗降場登り掛砂利敷均	面坪 11	2.500	27.500	
同 電車庫員詰所移轉補修	建坪 4.5	9.000	40.500	
同 セメント	樽 62	4.2553	263.830	
同假上家、人造敷石、盛土等撤去			281.500	
合 計			12955.347	

(6) 軌道費

(一) 本線軌道費

種目	工事種類	數量	單價	金額	摘要
軌道	75# 軌條 1M69C67L分	嗎 6544	4.631	30306.491	
	線路砂利	立坪 2401.1	6.200	14884.800	
假桁架設	枕木	挺 4623	1.377	6365.825	線路砂利 運搬用 同上
	軌條附屬品、釘、勾配標、哩程標等			9912.733	
	工費			6813.410	
	運送費			7784.740	
	萬世橋脇假桁			4833.990	
	黒門橋假桁			330.000	
計			81261.990		

(二) 東京驛構内一部配線變更工事費

種目	工事種類	數量	單價	金額	摘要
本線増設	75# 軌條、附屬品共	鎖 7.20	400.554	2883.990	
本線移轉	同上	” 31.70	30.097	954.093	
側線増設	同上(附屬品及轉轍器撤又等)	” 13.30	1089.456	14489.766	
側線移轉	同上(の新設及移轉等を含む)	” 46.30	63.227	2927.406	
運送費				206.640	
計				21461.895	

(三) 萬世橋驛構内線路變更工事費

種目	工事種類	數量	單價	金額	摘要
本線移轉	60# 軌條	鎖 16.00	19.056	304.892	電車引返し 運轉の爲め 第二小柳町 橋に假設
側線移轉	同上 轉轍器及撤又を含む	” 3.45	78.123	269.525	
互り線附換	同上			143.878	
假側線布設	同上	” 10.50	445.128	4673.841	
互り線假設	同上	” 2.30	1115.882	2566.528	
撤去	假側線及車止、灰坑等			128.030	
運送費				95.830	
計				8182.524	

(7) 電氣工事費

(一) 電力線及電燈工事費

種 目	工 事 種 類	摘 要	数 量	金 額	
電燈及電力架線	電車線		呎 9900	10277.864	
	饋電線		” 20000	5366.236	
	電燈高壓配電線		” 20850	3455.427	
	自動信號高壓配電線		” 13200	2035.958	
	歸 線		” 19800	7058.701	
	鐵 塔		” 61	23371.212	
	同上 根堅混凝土		立坪 62.469	6010.860	
	雜 品			1104.814	
	架線工費			7238.416	
	鐵塔建設其他工費			3809.003	
	神田驛乘降場 昇降機用配線	電 線		呎 200	294.820
		變壓器 工 費		個 2	636.000
	電燈 (神田驛及外濠橋)	電 線		呎 7314	2966.493
		變壓器		個 3	549.000
電 燈			” 138	1995.898	
雜 品				69.146	
工 費				1011.185	
	計			77303.825	

(二) 通信設備及自動閉塞機新設工事費

種 目	工 事 種 類	数 量	金 額
通信設備	電線路新設	亘長1119間 延長 66304間	工 費 2962.504
	電線添架	亘長8162 延長179563”	物品費 46110.913
	電線路移轉	亘長4034 延長 17167”	運送費 80.390
	電線路撤去	亘長 203 延長 2709”	雜 費 330.150
	電柱新設	16本	* 49483.957
	同移轉、撤去	14本	
自動閉塞機新設	線條添架	亘長1021間 延長5086間	工 費 2830.478
	反應器新設	11個	物品費 51294.913
	自動閉塞機新設	9基	運送費 235.880
	同 移轉	3基	
	計		54361.271
			* 103845.228

* 印を附したるもの、内 4071.082 は未精算なれば豫算を掲ぐ

(8) 雜 工 事 費

種 目	金 額
吳眼橋々臺上砂利止壁築造	845.990
混凝土杭耐力試驗費	1188.600
外濠橋々臺地々質試驗費	680.500
器械器具購入費	6445.640
鐵桁其他運送費	7616.454
合 計	16777.184

(9) 假 設 工 事 費

種 目	金 額
工事係諸所移轉修築	534.660
同電氣係諸所同上	875.000
セメント倉庫移轉修築	1688.950
物置移轉修築	369.000
外濠橋上假板新設	94.400
合 計	3562.010

(10) 障 害 物 移 轉 費

種 目	金 額
電信電話線移轉	22767.144
電燈線 同上	21001.950
通信局氣送管 同上	2033.280
鐵道用電柱 同上	103.620
東京市電車軌條移轉	9896.200
同 架線 ”	711.870
新石町通暗渠下水	3479.330
水道管移轉并撤去	2019.110
瓦斯管撤去	1798.520
合 計	63811.024

(11) 主要工種單價表

種 目	單 位	鐵 筋 材		セ
		數量(封度)	金 額	メ 數 量(樽)
鐵筋混凝土杭12'—18'	本	132.1	8.709	.690
” —20	”	124.6	8.215	.767
” —22	”	133.1	8.775	.853
13 —20	”	172.4	11.367	.900
” —25	”	172.2	14.320	1.134
14 —27	”	234.5	15.461	1.426
15 —30	”	284.4	18.751	1.816
16 —35	”	415.4	27.388	2.419
17 —40	”	528.5	34.845	3.123
18 —45	”	979.5	64.579	3.900
” —48	”	1052.0	69.359	4.250
” —50	”	1094.6	72.168	4.390
基礎普通混凝土	立坪			7.200
同鐵筋混凝土 普通拱	”	328.1	21.632	10.400
” 外濠拱	”	530.0	46.338	10.640
上部鐵筋混凝土 拱環	”	487.3	40.633	10.400
” 橋臺拱脚	”	97.8	8.155	7.500
” 外濠橋拱	”	1495.7	124.715	10.400
” スラブ及脚	”	787.8	65.688	10.400
” 擁壁及塔	”	218.1	18.186	10.400
切石工 普通	切			100 切に付 2.340
同 外濠橋	”			” 2.340
表積煉瓦	面坪			.470
防水塗 水モルタル塗	”			.470
鋼版桁 材料及製作	噸		219.000	
運搬及架設	”			
ベイント塗	”			
鑄鋼及鑄鐵	”			

鐵筋材及セメント代價は購入せる年度に依りて異なるを以て基礎及上部工事に於て各其平

ノ	ト	其他一式 請負金額	合 計	摘 要	
金 額					
2.636	13.640	24.985	平均一呎に付 1.388	容積一立 方呎に付	1.755
2.931	14.890	26.036	” 1.302	”	1.638
3.259	16.050	28.034	” 1.277	”	1.599
3.439	16.310	31.116	” 1.556	”	1.673
4.333	18.310	36.963	” 1.479	”	1.576
5.449	22.150	43.060	” 1.595	”	1.464
6.939	25.590	51.280	” 1.710	”	1.366
9.243	31.220	67.851	” 1.939	”	1.357
11.933	38.610	85.388	” 2.135	”	1.321
14.902	48.310	127.791	” 2.840	”	1.565
16.239	53.850	138.948	” 2.895	”	1.592
16.774	60.520	149.462	” 2.989	”	1.643
27.511	25.070	52.581	”	”	.243
39.738	32.730	94.100	”	”	.436
43.258	156.450	246.046	”	”	1.139
42.282	88.670	171.585	”	”	.794
30.492	42.280	80.927	”	”	.375
42.282	156.450	323.447	”	”	1.497
42.282	88.670	196.640	”	”	.910
42.282	101.300	161.768	”	”	.749
.095	3.720	3.815	”	”	
.095	4.740	4.835	”	”	
1.911	19.030	20.941	”	”	
1.504	5.260	6.764	”	”	
	71.400	290.400	工場内鉸鉋平均一本に付		.355
	100.506	100.506	現場鉸鉋平均一本に付		.502
	1622.200	1622.200			

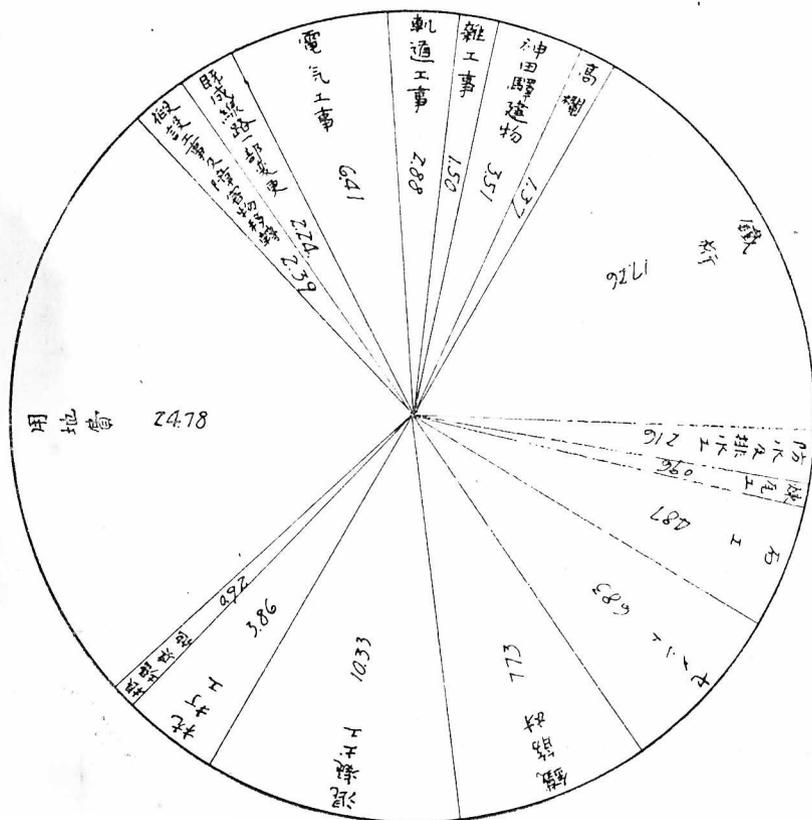
均をひたり故に上表中の單價も異なれりとす

(12) 工事費總額及百分率

第一線及第二線路の工事費總額を工事の種類に依て分ち其百分率を求むるときは次表の如し(同以下四捨五入)

種 目	工事費 總額	百分率	種 目	工事費 總額	百分率
用地費	700,158	24.78	鐵 桁	487,504	17.26
根 堀	26,082	.92	高 欄	38,743	1.37
杭打工	109,115	3.86	神田驛建物	99,264	3.51
混凝土工	291,772	10.33	雜工事	42,345	1.50
鐵筋材	218,408	7.73	軌道工事	81,262	2.88
セメント	192,899	6.83	電氣工事	181,149	6.41
石 工	137,676	4.87	既成線路及構造物變更	63,339	2.31
煉瓦工	27,243	.96	假設工事及障害物移轉	67,373	2.39
防水及排水工	60,910	2.16	合 計	2,825,242	100.00

第 三 十 圖



第十三 從 事 員

本建設工事の一部設計、用地測量及買収は舊東京改良事務所の所管にして所長技師岡田竹五郎之を總轄し技師山中新太郎、同森早苗、同安倍屋、技手磯野準二、同柴原龍兒、同秋田重季、同吾孫子巳太郎、同伊藤春吉、同齋藤英雄、雇阿部美樹志等測量及設計に従事し副參事柴山猪虎馬、書記光岡豊次郎、同木本貞芳、同關口甚吉、同田部井理助、同酒井武男等土地買収及庶務に従事す、大正四年六月官制改正東京改良事務所廢止され事務の中野鐵道管理局に移るに當り長谷川管理局長(大正五年十二月技監に轉任、同時に長尾理事局長に就任、大正七年十月官房勤務に轉任木下理事局長に就任)の下に工務課長技師稻垣兵太郎、改良係長技師大河戸宗治之を總轄し專任として技師金井彦三郎、同阿部美樹志設計及び工事に従事し技手磯野準(大正四年十二月東部鐵道管理局へ轉任)同柴原龍兒(大正六年九月以後現場工事に従事同七年六月技師に任ぜられ東部鐵道管理局へ轉任)同宮田太四郎、同松田亮治、同長田忠雄、同淺井勝次郎、雇田中篤(大正六年七月新任七年十二月技手に任)同和田米三郎、同津路嘉起、同古川昭(大正五年三月新任)同宮入司(大正五年七月新任)等設計々算及製圖に従事し技手西野庄治郎、同吉岡吉三郎、同松村修吉(大正七年六月就任)同川端由松、雇長田貞治、同中村務(大正五年七月就任)同井代善三(大正五年三月新任)同佐藤文藏(大正六年七月新任)等現場工事監督に従事す、以上專任者は新任の外は總て東京改良事務所より引續き従事せるものなり

事務に關しては副參事砂田精次郎庶務係長として之を擔當し書記中野英雄、同森喜治、同米倉剛、同西山昌榮、同隅田武雄、同同前辰太、同漆原祐之助、同岡本正倫、雇古賀佐藏、同松下藤吉、同加藤友一等分掌従事し書記助友利吉現場に於ける物品事務を擔當せり
神田驛其他建物工事に關しては技師久野節、同上野肇(大正六年八月西部鐵道管理局へ轉任)技手長澤榮作、鐵道手福壽傳吉、雇大澤長次郎(大正六年九月東部鐵道管理局へ轉任)等之を擔當せり

鐵桁設計は東京改良事務所に於て設計を終了せしが其各部の寸法は總て「メートル」式なりしを呎吋式に改むると尚工作用詳細圖の調製を本院に委嘱し設計課長技師那波光雄の下に技師山中新太郎、同黒田武定、技手荒川恵助、同小島萬之助、同吉越康治、同中原壽一郎、同大川榮、同友常俊次、同米田長次、雇野島納、同山中眞三郎等分擔し計算及製圖に従事せり

通信及信號に關しては電氣係長技師中山千顯(後技師林昭徳更任)同石井直、技手柴原武同千手常次郎、同田中末次郎、同武市清、同山田義一、雇荒井吉太郎、同立木松吉、同佐野貞太郎等分擔従事せり

電力及機械工事は工作課長技師福島縫次郎、新橋電力事務所長技師増永元也(後技師南一更任)擔當の下に技師久米甚太、同森島鐵太郎、同松木壽、同杉温平、技手柴田朝七、同佐竹元輔、同朝比奈九郎、同竹内新、同荒木順三、雇岡田成賢、同小久保盛雄、同渡邊誠一、同熊谷留義、同相澤芳四郎等分擔従事せり

軌道工事は新橋保線事務所長技師今井義和擔當の下に技師木原英一、新橋保線區主任阪井代作、技手岩田勘之助、同立野孝太郎、新宿保線區主任片山滿太郎、技手能田安次郎、同松島堅三等分擔從事せり

————→ 終 ←————

大正九年七月廿五日印刷
大正九年七月三十日發行

(非賣品)

鐵道省東京改良事務所

東京市深川區古石場町六番地

印刷者 淺野寅次郎

東京市深川區古石場町六番地

印刷所 中央印刷株式會社

電話本所四九七二番