

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處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	
											第一
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	五月十八日	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	同日	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	同日	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	同日	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し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

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静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」橋を架設することゝ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ゝせり

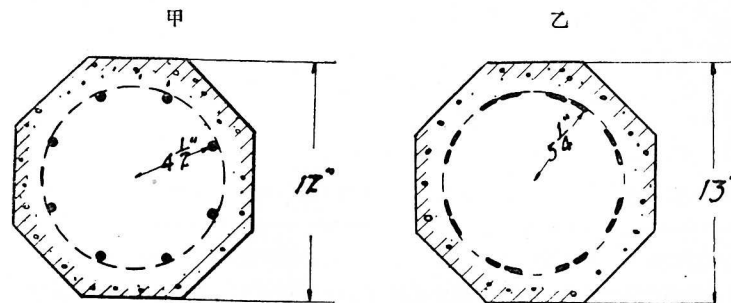
杭打中時として古井戸或は其他孔形の遺跡かと想像せらるゝ所に當り杭の建込み後一撃直ちに數尺乃至十數尺降下せるものあり斯くの如き所に於ては杭上に更に杭を繼ぎ重ね所定の打止りに達する迄打ち込みたるが之等は鍛冶町附近に於て最も多く其數十個所に達し多くは杭の總長六十尺乃至七十尺なりしが内最も甚だしきは第三鍛冶町橋に於て四本を

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な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	7
"	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"				9978	52290	
	11/16			104008			
	5/8	8760					
	9/16	42391			9309	100141	558770
	1/2	19137			99252	43564	290889
箍 材	No.5線	14281	576	5457	36249	12096	107957
	12096						129930
頭部螺旋	3/16"線	510	19	220	1469	292	2753
鈎 鐵 物	徑 7/8"						
	3/4						
	11/16						
	5/8						1586
鈎 鐵 物	9/16				175	892	6850
	1/2	1383	56	458	2951		67
沓 鐵 物	厚No.8	16482	634	5305	48119	9624	73231
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
	箍 材	17.9	19.2	20.6	20.5	34.4	39.9
	其 他	23.1	23.7	22.5	29.7	30.7	30.6
合 計	132.1	124.6	133.1	172.4	217.2	234.5	234.4
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大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	型 枠	組立	大 工	8999
		同上	人 夫	3331
		杭製造後取外し掃除其他	人 夫	2641
	鐵筋材	鐵桿屈曲直し	鍛 冶 工	2741
		鐵筋材製作及組立	” ”	5657
		沓鐵物製作手傳	人 夫	1622
	混製凝土造	混凝土製造打込	人 夫	1553
		混凝土「ミキサー」運轉用	火 夫	18695
		軌條布設、杭運搬其他	人 夫	847
	雜 用	測量竹矢來其他	大 工	23265
同上		人 夫	772	
雜役		人 夫	1471	
小 計			7677	
小 計			83391	
同 上	杭 打 立	機關手及火夫	大 夫	6755
		杭打立用	人 工	16550
		雜用	大 夫	1219
	雜 用	同上	鍛 冶 工 夫	631
同上		人 夫	2944	
打 立	雜 用	測量其他	大 工	386
		同上	人 夫	735
	雜役	人 夫	3839	
小 計			33059	
合 計			116450	

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	根掘 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	