

# 論 說 報 告

第 23 卷 第 2 號 昭和 12 年 2 月

## 大 船 跳 開 橋 工 事 報 告

會 員 内 山 新 之 助\*

會 員 高 橋 逸 夫\*\*

Report on the Construction of Ohuna Bascule Bridge in Osaka

By Sinnosuke Utiyama, C. E., Member.

By Ituo Takahasi, C. E., Member.

### 要 旨

本文は大阪市大正區木津川運河に架せるロール式跳開橋 (roll bascule bridge) の設計及工事施行の概略を報告せるものである。而して本橋様式の利益とする點は橋の廻轉軸が廻轉し橋を開くと同時に軸を支ふるローラーが後退するを以て船舶航行の有効幅員に對して橋桁の支間を小ならしめ橋桁及對重の重量を減じ、又廻轉の際固定軸の場合には軸摩擦なるに、この可動軸のものにありては転動摩擦となるを以てその係数が小となり動力を減じ得る。又廻轉軸を支ふる橋脚は木杭を硬地盤まで打込みてその上に鉄筋コンクリート、ケーソンを据付けて施工せるを以て工事中船舶の航行を妨ぐる期間を出来るだけ短くするを得た。

### 目 次

	頁
緒 言 .....	1
第 1 章 ロール式跳開橋を選定せる理由 .....	2
第 2 章 橋脚の設計 .....	4
第 3 章 上部構造の設計 .....	6
第 4 章 取付高架橋 .....	14
第 5 章 工事施工 .....	15
第 6 章 材料試験 .....	25
第 7 章 仕様書及工費 .....	26

### 緒 言

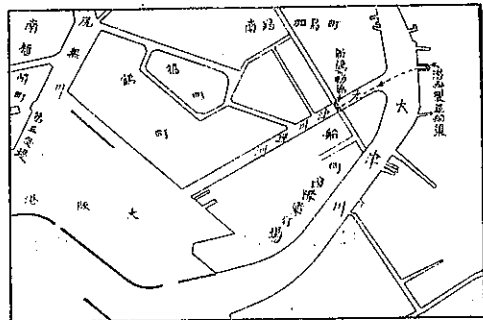
本橋は大阪市大正區南恩加島町から木津川運河を横切つて船町へ通ずる街路に架橋する新橋にして大船橋と命名せられた (圖-1)。抑々船町は總面積 308 000 坪を有する埋立地にして、現今多數の大工場及大阪飛行場あり。但し飛行場は大和川尻埋立地の竣功と共に近く移転せらるゝ豫定である。運河幅員 40 間にして従來渡船 2 艘を以て平均 1 日往復合計 1 万人以上を運ぶと雖ラッシュアワーには待合せのため長蛇の陣を作る有様である。又他方運河を航行する大小船舶の數も夥し。大阪南港擴築工事の竣功後には汽船は木津川本流を溯航せしむる計畫あるも運河兩岸にある工場に原料、石炭等を運搬する 1 000~3 000 t 級の汽船に對してはここに固定橋を架設せんか、

\* 大阪市港灣部長 工学士

\*\* 京大教授 工学士

曳船を用ひずんば運河に出入し能はざるを以て、一部可動橋とする必要がある。本工事は大阪港第二次計畫第一期工事に屬し昭和7年5月よりその實施設計を始め中途同9年9月21日の大風害によりて設計図面の一部流失したるも、10年4月指名入札の上大阪鐵工所に橋梁鋼材部分の製作架設を請負はしめ、又下部構造に於ては基礎工事及橋脚下部は本市直營とし橋脚上部、橋臺取付高架橋、橋面工事等は昭和10年8月錢高組に請負はしめた。而して實施設計を始め時より11年5月完成するまで4年1ヶ月の歲月を費した。本工事の設計及監督に付いては土木關係は技師高橋孝一氏機械關係は技師高見兼松氏が主として擔當し、松田技術課長、木本技師其他之が監督に當つたのである。

圖-1.



第1章 ロール式跳開橋を選定せる理由

現今採用せらるゝ可動橋の主なる種類は次の4種とする。

- 1. 跳開橋 (bascule bridge)
- 2. 昇開橋 (lift bridge)
- 3. 旋開橋 (swing bridge)
- 4. 転動橋 (retractile bridge)

転動橋は兩岸陸上に廣き場所を要し陸上の交通を妨げることがある。又旋開橋は可動重量が他に比して小なるも水面に廣き空間を要するを以て之等は當箇所に適當せず。昇開橋は約30mの高さに橋桁を引き上げるを要し、又これを支ふる高きタワーを要するを以て餘り利益に非ず。次に跳開橋は橋桁の自重に比して重き對重(重錘)を用ふべき缺點あるも迅速に開閉し得る利益がある。故に當箇所には跳開橋を採用することとした。而して跳開橋中種々の様式あれば次に之等の優劣を比較せんとする。

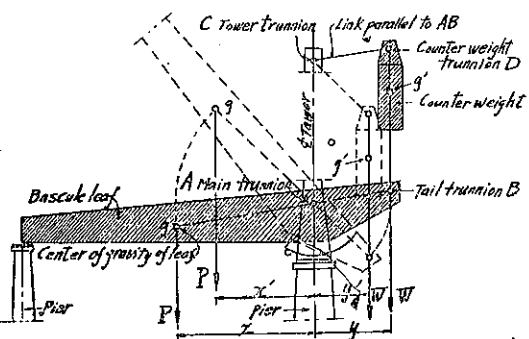
(1) 固定軸跳開橋 (Simple trunion type of bascule bridge)

彼の有名なるロンドン市タワー橋は此の種最初の著大なる例で1894年に竣工したるも、その缺點としては徑間の割合に幅廣き橋脚を必要とした。即ち徑間61mの複葉跳開橋に於て水面にて測りて幅21.34mの橋脚を造り、又後尾桁、對重を收むべき廣き地下室を造るを要したるため莫大の工費を費した。我國に於て神戸市高松橋、釜山府牧島橋、東京市月島橋はこの種に屬す。

(2) ストラウス式跳開橋 (Strauss bascule bridge with the vertical overhead counterweight)

本様式は圖-2に示す様にA, B, C, Dは平行四邊形にして  $P_r = Wg$ , 或は  $P_r' = Wg'$  なる關係から跳開桁の運動中常に力の平衡が成立することを知る。又廻轉軸上の荷重は  $P + W$  にして一定である。(1)に示す固定軸跳開橋にては對重心  $g'$  は必ず直線  $gAB$  上にあるを要するも、この様式にては重心  $g'$  を任意の高さに選び得るため製作上(1)に比して利益である。又對重は地上にあれば大なる地下室を要しない。

圖-2.



(3) シェルチャー式跳開橋 (Scherzer rolling-lift bridge)

最近可動橋設計上注意すべきは次の點である。

- (a) 運転が確實であること。
- (b) 運動が迅速にして短時間に完全に開閉し得ること。
- (c) 監査及修繕の容易であること。

この (a), (b) の條件を満すには動かすべき橋桁の重量を能ふ限り軽くせねばならぬ。これがためには桁の支間を短くすることが最も有効である。上述 (1), (2) に示す固定軸を有する跳開橋にては廻転軸の位置を構造上支臺或は橋脚の前面から或る程度後退せしめ、又閉橋時に廻転軸に衝撃を與へざるためその前方に第 3 の支承を備へることを要する。従て支間は純徑間に比して比較的大となる。然るに若し橋を開くと同時に廻転軸を後退せしむれば支間を著しく小とすることが出来る。而してこの支間を小とすることは可動橋設計全体を容易にする。橋桁の自重  $g$  は支間  $l$  の 2 乗に比例し桁の曲げモーメントは支間  $l$  の 3 乗に比例するから、曲げモーメントは結局  $l$  の 4 乗に比例する故に  $l$  を減ずることは橋桁自身の重量を減じ、その數倍に當る對重の重さを減じ、その運転動力を減じ下部構造を容易ならしむる等全体の工費及運転費に影響する所極めて大である。シエルチャー式跳開橋は可動軸を有する最初のものにしてその構造の概要を示せば、可動部分の重心に廻転軸があり、これを中心とする円弧が水平軌條上を後方に転動しつゝ橋を開くのである。円弧が軌條上に転動する際そのスリップを防ぐため円弧に並ぶ齒輪が軌條に並ぶラックバーに咬み合ふ。而してこの様式は上述せる支間を小とする他固定軸の場合には軸摩擦なるにこの場合は転動摩擦となりてその係數が小となる利益がある。始め北米合衆國にて造られたものは廻転円弧及對重が橋門に於て高く飛上がりて外觀が見悪かりしが、その後獨逸に於てこれ等を橋脚内地下室に入れることに工夫せられて以來美觀も改良せられた。但しこの様式にありては橋の開閉の際橋体の重心が移動し、従て橋脚の安定が変化するを以て基礎構造を充分強固にするを要する。

#### (4) ロール式跳開橋 (Roll bascule bridge)

本様式はシエルチャー式を改良したるものにして、その円弧ローラーの代りに円蹄ローラーを、又齒輪、ラックバーの代りに swing strut を用ひたるものである。今前者に比し利益とする點を擧ぐれば次の様である。

- (a) 同一跳開角度を上げるに後退する trunion roller を支ふる軌條の長さが短し。
- (b) ツースドラックに依るよりも swing strut に依る方が後退運動の際扭れが少く又その端にある軸は恰も固定軸の作用をなし橋桁の運動を確實にする他橋脚の安定に對しても半ば固定軸としての利益を保持することが出来る。
- (c) シエルチャー式に於て後退或は前進運動をガイドするラックは使用によりて摩損すれば騒音を發する様になるもロール式は swing strut を以てガイドするから常に滑かに且つ靜かに動き得る。
- (d) ロール式に於てはローラーは閉橋時には軌條面から 4~5mm 上がりをもを以て、之を取換へ又は修繕することが易し。

以上説明せるが如くロール式は橋桁の重量を減じ、又摩擦係數小なるを以て固定軸の跳開橋に比して動力費に於て少くとも 3 割を減じ、又シエルチャー式に比しても幾多の利益あるを以て當地點にロール式を最も適當するものと考へ之を採用することとせり。

尙以上説明せし諸様式他跳開橋には一層精巧なる様式あるもその構造が複雑となるを以て本地點には本様式を工事費の安價と運転の安全を期する上に適當と考へた。然しながら翻つて考ふるに本様式を採用したりと雖參考とすべきは雑誌及書籍中に二三簡單なる記事あるのみにてその完璧を期するに關係者一同の苦心努力に俟つべきことが多かつた。

### 第2章 橋脚の設計

(1) 地質 地質に就きては昭和7年夏架橋箇所に於て西尾式地質調査を施行した。ボーリングは北岸の橋臺を築造する位置及可動橋廻転軸を支持する橋脚 (南恩加島町側にあり以下大橋脚と稱し他の舟町側に在る方は小橋脚と稱すべし) の築造位置たる河中の2ヶ所を選んだが、其の概況を述べれば (図-3) 何れも O.P.-18m 邊り迄は軟弱泥土及粘土層で、其の下に漸く厚 3~4m の砂礫層が存在し、これに続いて厚約 3m の砂質粘土層があり、更に下方に厚 4~5m の砂礫層が在る。以下 O.P.-37m 迄調べたが良質の地盤を見出さず。すべて暗灰色又は青灰色粘土層であつた。

(2) 橋脚基礎 地質以上の如く軟弱なる故、先づ河底全般に亘り地盤の改良を爲す必要を認め、浚渫船を以て兩岸間を幅約 40m に深 O.P.-8~-9m に至る迄床掘をなし、その後これに荒砂を填充した。次に橋脚基礎としては杭打基礎を採用し、浮装蒸氣杭打機を以て米松丸太杭を打込み杭頭間には厚 1m に

図-3.

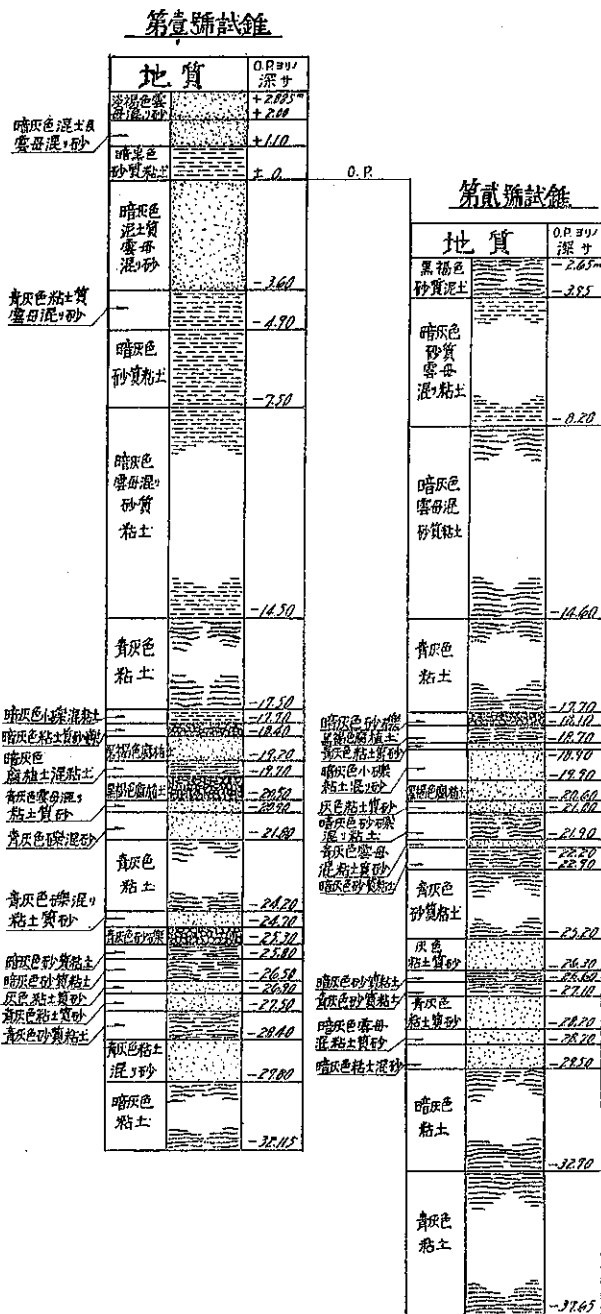


表-1. 試験杭打成績表 沈下量 (m)

種別	1				2				3				4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
杭自重13 沈下量	0.96		0.85		2.03		1.52									
ハンマー重量 の3沈下量	11.57	11.45	11.30	11.40	0.91											
ハンマー打撃 (12分)	1.95	1.40	0.92	0.91	1.31		1.24									
以下4枚打 30回打毎の 沈下量	0.61	0.58	2.44	2.17	0.48	0.64	2.27	1.73	0.33	0.77	0.87	1.56	0.70	0.67	0.10	1.12
	0.73	0.26	0.89	0.46	0.64	0.80	0.04	0.08	0.32	0.76	0.02	0.04	0.40	0.73	0.07	0.01
	0.31	0.74	0.03	0	0.09	0.47	0.02	0	0.04	0.34	0		0	0.54		
	0	0.55			0	0.17			0	0			0	0		
	0	0			0	0			0	0			0	0		
	0	0														

種別	種別				第2号 杭打機	第3号 杭打機
	1	2	3	4		
沈下量 (mm)	21.75	21.72	21.80	21.75	13440	13440
平均 (mm)	23.5	23.0	22.5	23.0		
先口 (mm)	34.5	34.0	36.0	35.0	4000	3960
貫入 (mm)	123.1	93.0	108.0	130.0		
NO.1 第2号杭打機					36	35
NO.3 第3号杭打機					56	52
蒸氣圧 (kgf)					100	100

割栗石を詰込み目潰砂を投入した。基礎杭は末口 23~25 cm、長 21 m とし杭天端を O.P.-5.3 m に切揃へ下部は上記厚 3~4 m の砂礫層に達せしむることなし、尙萬全を期するため試験杭 4 本を打込んだのであるが、その結果は表-1 の如くである。

(3) 橋脚 橋脚は大小兩橋脚共架橋現場より約 700 m 上流木津川沿岸にある乾船渠内に於て製造したる無底の鉄筋コンクリート ケーソンに木製水密の假底を装置し、之を浮遊せしめて現場に曳船緊留し内部に注水の上基礎杭頭を抱擁して徐々に沈置する。次で假底を撤去しケーソン底に厚約 1.2 m 内外の水中コンクリートを損充しその固結を俟ちてケーソン内を排水後更に上部に向ひ場所詰コンクリートを施工し之を以て完成することとしたのである。木津川運河架橋現場は船舶の航行頻繁で且つ工事場の上流には公衆用渡船を始め飛行場、中山製鋼、藤永田造船所等數會社の専用渡船があり、下流側は中山製鋼、大阪窯業の兩會社護岸と隣接し、そのため多數の汽船、艀船が兩岸に緊留され水面上は非常に混雜して居る。故にかゝる場所に於て若し河中に築島をなし又は締切工事を以て橋脚を築造せんか、運河の交通は著しく妨げられ又これ等に船舶の衝突する危険率甚だ大である。依て橋脚築造に本工法を採用した譯である。ケーソン捲付後は直ちに高低測量を始め連日 1 ヶ年に渡り沈下の有無を調べて見たが据付直後の數日間に兩ケーソン共約 5 cm 内外の沈下をしただけで、その後は充分落ち着いたと見えてコンクリート填充後も何等沈下の模様無く橋体架設後も異状を認めない。殊に大橋脚上は重量約 700 t の可動橋が 3 個のローラーに依り転動するので可成り憂慮したのであるが、橋体運転の結果も何等沈下の傾向を認めなかつた。

#### 橋脚の主要寸法

	小橋脚	大橋脚		小橋脚	大橋脚
長	頂面	16.6 (m)	橋脚天端高	O.P.+4.9	O.P.+3.0
	底面	20.2		橋脚基礎面	O.P.-6.0
幅	頂面	2.6	橋脚コンクリート容	720.0 (m <sup>3</sup> )	2240.0 (m <sup>3</sup> )
	底面	6.2		基礎杭の數	91 本
高さ	10.9	9.0			

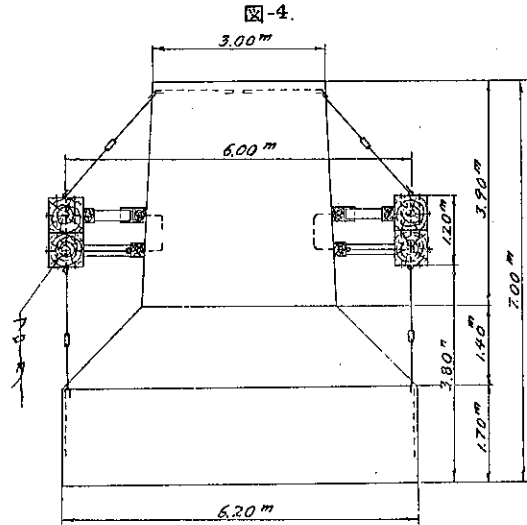
橋脚基礎杭に加はる荷重は小橋脚に於て最大 1 本當り 19.1 t である。大橋脚にありては可動橋の開閉位置(角度)により又風力の大小並にその方向により著しく変動するが、開橋時河の中心より風圧の加はる場合が最大で杭 1 本當り約 25 t である。この場合の風圧としては 150 kg/m<sup>2</sup> を採つた。之は機械各部の強度計算に 100 kg/m<sup>2</sup> を採用せる關係上橋脚基礎の強度には更に 50% を増加した値である。橋脚上に転動する橋体の重量が約 700 t に對し橋脚コンクリート自体の重量は約 4900 t、之に作用する浮力約 1800 t を差引く時は約 3100 t となり、転動荷重と橋脚自重の比率は約 1:4.4 である。又橋脚自身の外に橋脚上に建造されたる鉄筋コンクリート橋床、同操縦室、鉄骨製 track girder 等の總重量約 500 t を加へる時には 700 t:3600 t となり、その比は約 1:5 である。又本橋脚と陸岸橋臺とを連結せる固定橋の自重は約 200 t であつて、橋体開閉時に橋脚に働く水平力に對して或る程度橋脚の動揺を防ぐ作用をなす。

#### (4) 橋脚用ケーソン

##### 主要寸法

	小橋脚用	大橋脚用		小橋脚用	大橋脚用
長	頂面	16.99 (m)	幅	頂面	2.99 (m)
	底面	20.20 "		底面	6.20 "
			高さ	7.00 "	12.30 "
					7.50 "

ケーソン製造用船渠入口の水深は O.P. -2.7 m でケーソン浮游、曳航に際して其の吃水は自然この水深に依り制限せられた。而してケーソンは据付後内部にコンクリートを填充して一体となす故鉄筋コンクリート壁は水圧に對しては極く短時間所要の強度を有すれば充分であるのでコンクリートの許容圧応力に就ては通常與へらるゝ安全率の約 1/2 を採り、之により出来る限り壁厚を薄くし、コンクリート容積を減少せしめ吃水の所定制限内に收る様苦心した。又小橋脚用ケーソンはその floating stability が不良でケーソン自体は直立して浮游せず。依て図-4 に示す如く角材を安定用フローターとしてケーソン兩側に取付け直立浮游せしめた。フローターの寸法は stability curve を畫き、之に依り浮游中及現場に於て注水沈下作業中常にケーソンが安定を保つ如く決定したのである。



第 3 章 上部構造の設計

(1) 荷重 活荷重は内務省規定の 2 等橋第 2 種を採用した。即ち

群衆荷重	車道	500 kg/m <sup>2</sup>	自動車荷重	St 車
	歩道	400 "	機関車荷重	11 t 車

材料の許容応力、衝撃係數、風荷重等も總べて同規定に依つたが、可動橋の特殊部分に就きては各其の項に於て記載する。

(2) 固定橋 固定橋は普通の鋼鉄桁橋で、その主要寸法は次の如し。

南恩加島町側	支間	19.1 (m)	船町側	支間	24.5 (m)
	桁高	1.2 "		桁高	1.5 "

何れも間隔 2 m に 7 條宛架渡し上部に鉄筋コンクリート床版を置き表面はシートアスファルト鋪装とした。

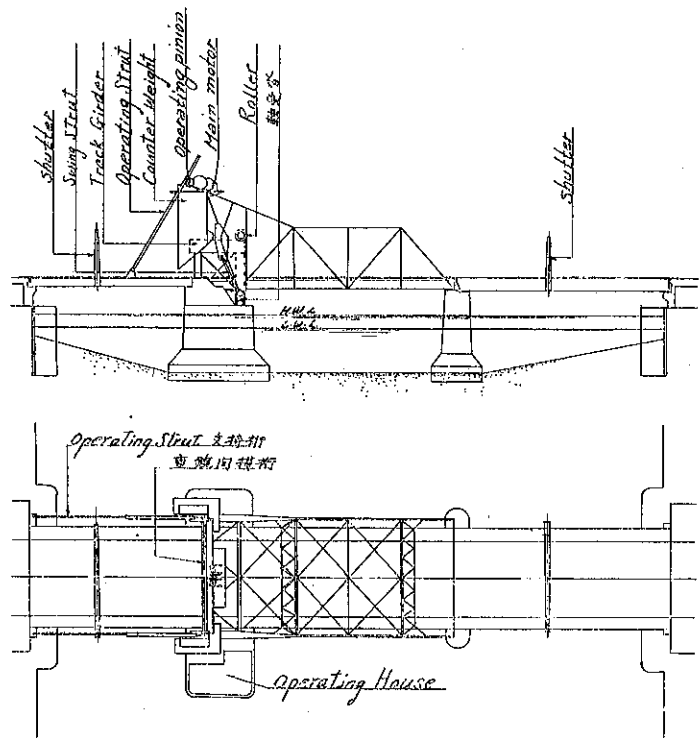
(3) 可動橋 本橋は大橋脚上に設けた操縦室内より操縦し橋体上部に設置したる電動機を運転せしめ、之と連絡したる各齒車の噛合により順次廻轉數を減じピニオンに至り、之が operating strut に取付けられたるラックと噛合ひ運動をなすものにして、閉橋時は橋体を支持運動せしむべきローラーとローラーの軌條を取付けたる track girder との間には 5 mm. の間隙を生ぜしめあるにより、ローラーは空間に浮上り可動橋全体は橋体軸受桁下部杵に依り支持軸上に支持されて居る。依て閉橋の場合運転の開始瞬間は橋体は之を支持せる前記支持軸上にて軸を中心として廻轉し橋は開き始めローラーは後退下降し、直ちに track girder 上の軌條に接觸し尙全荷重は之に移り依てローラーが廻轉運動を始むると同時に下部杵は支持軸上を離れ引き続きピニオンはラックを傳ひ漸次下降すれば橋はローラーに依り後退しつつ閉橋するものであつて、此の間 swing strut は之等の動作に伴ひ終始 swing するのである。而して閉橋の場合とは之と反對の動作を爲さしむるもので開閉の最大角度は約 80°、所要時間は開閉共に各 1 回 1 分 20 秒以内とする。以下各部に就き略述すべし (圖-5)。

a) 主構: 可動橋主体はワーレントラスでその主要寸法は

支間	25.4(m)	幅員	トラス心々	14.0(m)	車道	9.00(m)
純径間	23.0 "			有効		13.1 "
		橋高		7.5 "		

構は4格間より成り1格間の長さ6.35mで下路橋とし相互間は横桁及綾構を以て連結する。而して結構の後端より上弦材を上方へ約21°の方向に延長し、更に軸受桁のローラー軸孔附近より斜材、水平材を後方へ延長し此等に鋼板を張詰めたる重錘即ち對重を取付く。而して軸受桁は延長せし上弦材と下弦材後端とを連結する部分に挿入した鋼板桁で左右各構に2條宛とする。即ちこれに廻転軸を取付け軸はローラーにより支持せしむるのである。橋体は閉橋時に於てはその後端は軸受桁下部に取付けたる鑄鋼製脊により大橋脚上に設けし軸上に静止し、軸は鍛鋼製全面叩嚙に仕上を爲し軸支承は鑄鋼製にして楔形鍛鋼製ライナーを挿入し、螺釘により其の高さを調整し得る構造とした。一方その前端は小橋脚上に据付けた鑄鋼製脊により支持される。但し之には活荷重のみが働き死荷重は對重と平衡を保つから殆ど無關係である。結構の各部材に生ずる応力は閉橋時及運動中の各位置に依り刻々變化する。下弦材には終始圧応力を生じその最大応力は前半部は閉橋約50°~70°の位置に於て、後半部は約30°~38°の位置に於て生ずる。上弦材は大体抗張材であるが廻転60°に近づく場合漸く圧応力が現れて来る。但し軸受桁上端と重錘上部を連結する部材は常に張応力を生じ閉橋約33°にして最大値に達する。斜材、垂直材は閉橋時抗圧材又は抗張材として働くも閉橋90°に接近するに従ひ漸次その応力を減少する。軸受桁と重錘を連結する斜材は終始抗張材であつて閉橋約9°に於て最大応力を生ずる。以上死荷重に依り算定せし最大応力に對しては更に開閉運動中に於て生ずる振動、衝突に依る影響を考慮して20%の餘裕を見込み最後に動荷重に依る部材の応力を求め此等より各部材の断面を決定したのである。部材を形成せる鋼板は橋体の前半部は厚6mm、後半部は厚12mmを主として使用し廻転軸受桁及これと重錘間の連結部材は厚16mmとし連結鉄も夫々に応じ径19, 23, 25mmの3種となし出來得る限り橋体前方の自重を軽減し以て重錘重量の減少に努めた(圖-6)。

圖-5.



以上死荷重に依り算定せし最大応力に對しては更に開閉運動中に於て生ずる振動、衝突に依る影響を考慮して20%の餘裕を見込み最後に動荷重に依る部材の応力を求め此等より各部材の断面を決定したのである。部材を形成せる鋼板は橋体の前半部は厚6mm、後半部は厚12mmを主として使用し廻転軸受桁及これと重錘間の連結部材は厚16mmとし連結鉄も夫々に応じ径19, 23, 25mmの3種となし出來得る限り橋体前方の自重を軽減し以て重錘重量の減少に努めた(圖-6)。

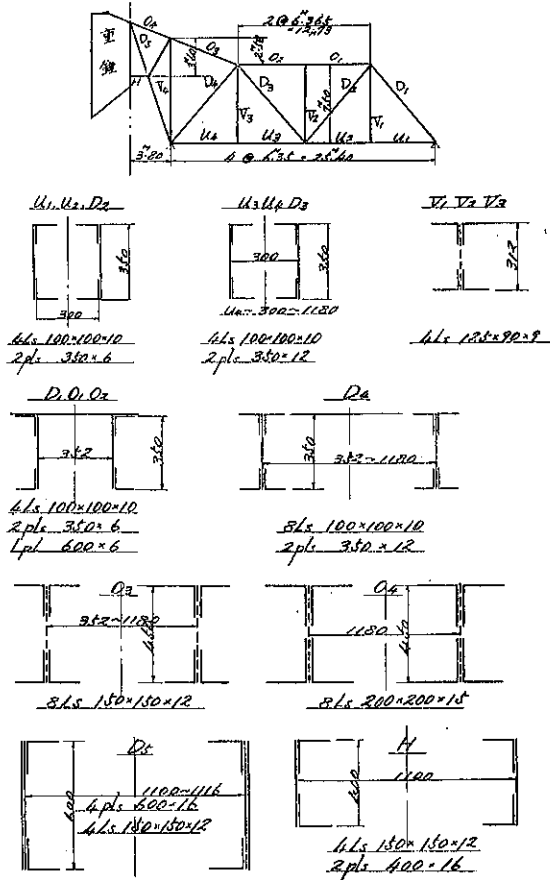
b) 床構造: 主構下弦の各格間に横桁(鋼板桁、桁高1.2m)を取付け、横桁間には車道下に於ては桁高0.45mの飯桁を間隔0.9mに歩道下に於ては溝形鋼を間隔約0.5mに夫々綾桁として配置しその上部には檜均し木を置

き車道に於ては厚 9 cm, 歩道に於ては厚 5 cm の桧敷板を列べ, 更に各厚 5 cm, 3 cm のシートアスファルト鋪装を施工した。

橋面勾配は車道 1/50 拋物線勾配, 歩道 1/50 直線勾配とした。可動部と固定部の橋床切目は前方にありては横

桁の突縁に溝形鋼を載せ, 之に溝鋼鋸を取付けて境と爲し後方に於ては橋体が運動の初期に於て少々後退するを以て前方同様に取付けし溝鋼鋸を圧搾空氣の作用に依り垂直に押上げ後退運動により固定橋床と衝突を起さざる如き構造とした。シートアスファルトは敷板上に鋪装するを以て開橋の場合に迂り落ち, 又は剝脱する恐れがあり, 之を防止せんが爲に敷板全面に鉄鋼を敷並べ, 之を丸鋼にて抑へ丸鋼は又釘にて板に取付け鉄鋼入アスファルトとした。尙念のため橋の横断方向に間隔 2m 毎に山形鋼を配置した。敷板及均し木は總べてクレオソート注入材とし縦桁突縁に均し木と共にボルトにて取付け又均し木は敷板の撓みを減少せしむるためその幅を縦桁突縁幅より更に廣くした。縦桁の強度計算に於ては: 樞計算の場合と同様の理由により衝撃係数を 50% とし又横桁の場合には中間の桁には同様 50% を前後樞端切目の下にある桁に於てはその衝撃係に大なるを以て 100% を採つた。次に橋体が開橋し略々垂直に近づく時には横桁の断面係数は著しく減少し約 1/16 となるが, この場合横桁はその径間中央にて下部綾構により主構と連結するを以て綾構をして之を支持するに充分なる強度を有せしめ, 従て径間は開橋時の 1/2 と考へられ且つ荷重は死荷重のみとなるが故に断面係数は著しく減少するが, 尙そ

図-6.



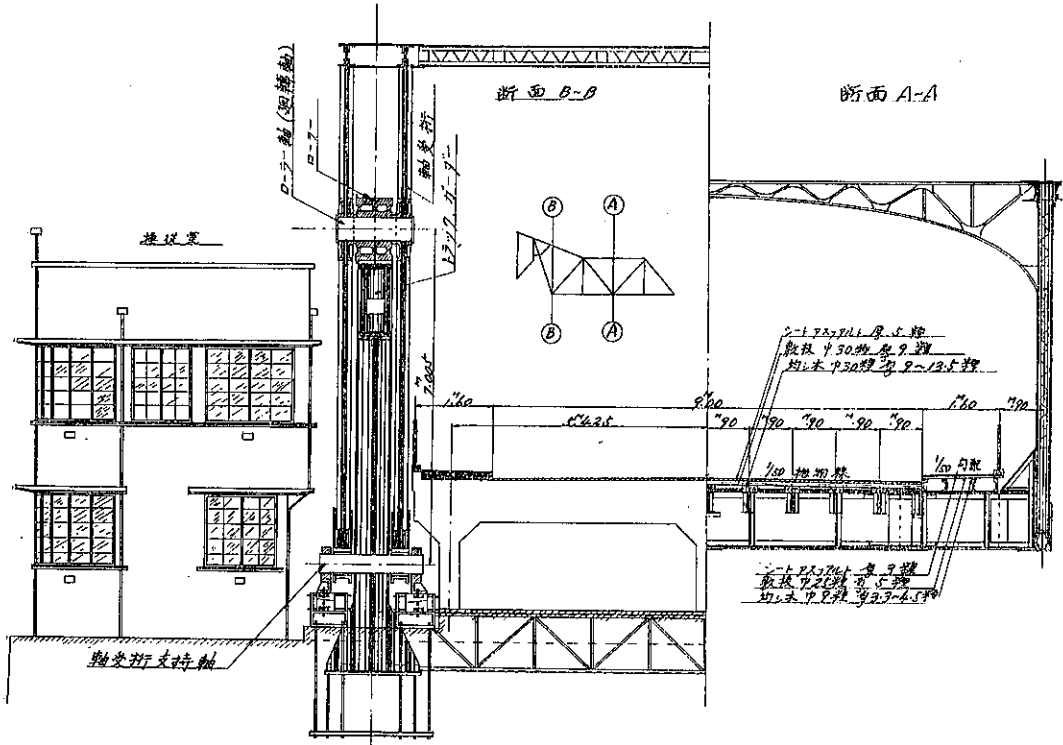
の場合に於ける応力は許容応力に略々近き値を得た。その他最前端横桁下部突縁には鋼鋸と山形鋼を以て三角形突出物を左右兩端に近く 2 個取付け小橋脚上コンクリート中には之を挿入すべき凹部を設け閉橋時には前記三角形部はこの中へ嵌ませしめ兩者の間には 4mm の間隙を残すこととした。之は閉橋の際先端が左右に横振れしてその所定の位置に狂ひが生ずるのを防止するがためである (図-7)。

c) 軸受桁: 軸受桁は結構中の一部を形成せること前述の如し。この桁には開橋中橋体の全重量が荷重として作用し, 之を桁と結合せる軸によりローラーに傳へローラーより順次 track girder 同支持柱, 橋脚に傳はるのである。桁は閉開運動中は常に曲げモーメント及軸力を受け閉橋時には單に軸力のみを受く。桁はローラーの兩側にあり, その腹板に各々軸受孔を設け孔の周圍腹板には補強鋼及鑄鋼製ブラケットを鋸綴し軸を最も強固に固着した。軸は兩側共同一水平線上にありて主構中心線を含む垂直面に嚴密に直角である事を必要とする。桁は支間 10 m 腹板高はローラー軸取付箇所に於て 3 m とし, 兩端へ向つて漸減した。腹板の厚さは 16 mm で 3 箇所



に於て接合し最下端に於ては突縁を突き通し前方へ突出せしめ且構下弦材及斜材取付用ガセットプレートたらしめた。軸孔附近の腹板も又突縁を突き通し後方へ突出せしめ重錘との連結材及 swing strut 取付用ガセットプレート補強の用を爲さしめた。又桁の最下端には鑄鋼製杓を鉋綴せしこと前述の如し。桁1本の重量は約14tで最上部の腹板接合點にて之を2分し、その個所は現場鉋綴により連結する設計とした。

図-7.



d) 重錘 (對重): 重錘は廻転軸の中心を通る鉛直線より後方にある橋体の總ての重量により形成されるが、純然たる重錘の作用をなさしむるものとしては内部に punch scrap concrete を填充せる前記の如き結構最後端に外側を鋼板にて張詰めたる不整形の箱を取付け、その重量は橋体の重量により変動せしめ得る如くにした。即ち鋼材は正確なる重量を知り得るも鋪裝シートアスファルト及檜敷板の重量はその正確なる數値を知ることが出來ず、一方重錘の主要部たるポンチスクラップコンクリートの單位重量も絶對正確なる値を知ることは困難である。依て箱の容積には相當の餘裕を取り又その形状は前方橋体の重心と全橋体の重心を結ぶ直線上に重錘を形成するすべての部分の重心が存在する必要上、自然に不整形となつた。而して全橋体の重心は廻転軸中心より前方 37.5 mm 上方 44.7 mm の點に定め、可動橋に於て通例とさるゝ少量の前後に於ける unbalance を與へた。然しながら實際工事に當りては以上の假定を満足せざる事は明かである。依てポンチスクラップコンクリートもその一部は場所打となさずブロックに造りて内部へ詰込むことゝなし、重錘外壁には數個の人孔を設け、これより内部にある空隙に挿入しその調節をなす事とした。尙豫想以上に前方橋体の重量が大となる場合を考慮して少量の鉛をも準備した。ポンチスクラップコンクリートの單位重量に就きては實驗により下の如き結果を得たので參考までに記載する。

試験結果 ポンチ スクラップの空隙 48.325 %  
配合 (容積) 1:2:4

使用材料	容積 (立方尺)	重量 (kg)	摘要
ポンチ スクラップ	1.00	106.80	ポンチ スクラップは大部分径 9~12 mm である
砂	0.50	17.25	
セメント	0.25	10.435	

以上の材料を以て約 1 立方尺のブロックを其の剩餘材で 5 寸角の小形ブロックを製造し、其の体積重量を測定の結果次の如し。

	体積 (立方尺)	重量 (kg)	容積 1 m <sup>3</sup> に換算せる重量 (kg)
大形ブロック	1.005	130.40	4663
小形ブロック	0.049	6.50	4701

この試験により設計に於てはポンチ スクラップ コンクリート 1 m<sup>3</sup> の重量は大体 4.5~4.7 t の間にあるものと假定した。

e) 重錘間横桁: 左右重錘の側間橋面の上部に架渡されたる 2 條の鋼鉄桁で、重錘外壁の鋼鉄に取付けその上部には機械臺を置き開閉用諸機械を取付け残る部分は編鋼鉄を張詰め運転係員の通路とした。支間 12.9 m、桁高 1 m とし 2 條の桁は綴鉄、隔鉄により連結し一体として働かしめ橋体の運動による振動、衝撃のみならず電動機其他の運転による振動をも考へ、その強度は特に充分なる餘裕を見込むこととした。

f) swing strut: 各軸受桁に夫々附屬する strut にして主体は溝形鋼及平鋼を以て構成しその上部は軸受桁腹鉄に下部は前述せし同桁下部杓を支持する軸に夫々軸に依り取付けられ、橋体の運動に連れ下部軸を中心として上部は軸受桁の廻転に連れて円運動を爲し、ために橋体を支持するローラーを後方へ転動せしめ、且つローラーの滑動を制する。又開橋中橋面に風圧が作用してこれにより橋体が前後に運動せんとする場合この外力に抵抗して橋体をその位置に保つべき用を爲し、この場合 strut には風の方向により軸圧力又は張力を生ずる。

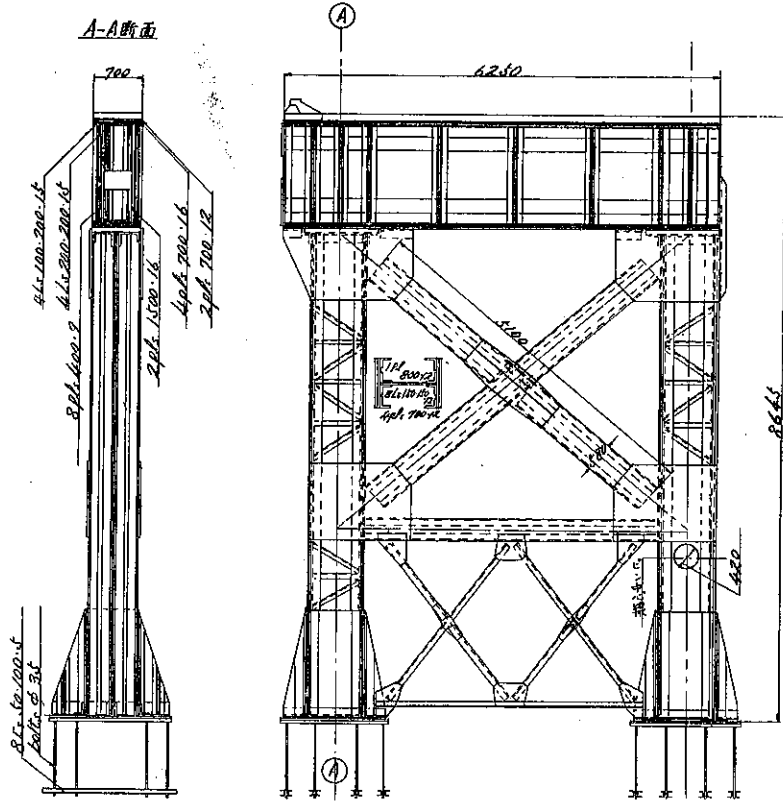
g) operating strut: 主溝と同一中心線上にありて strut 全長に亘りその下面にはピンラックを装置し橋体重錘の上部に取付けられたるピニオンと咬合し支持され又 strut 下端は同 strut 支持鋼鉄桁上に軸に依り支持さる。開閉中ピニオンが電動機により廻転する時ピニオン ラックの運動によりピニオンは strut に沿ふて下降し従て橋体はローラーの軸を中心として廻転し同時に strut 自身も下端支持軸を中心として円運動をなす。而して左右の strut は上部に於て綫槽により連結して一体とした。主体は鋼鉄及型鋼を以て箱型に形成しピン ラック部には不等邊山形鋼を取付け充分餘裕ある強度を保たしめ其の背面には電気溶接を以て階段及手摺を設け重錘間横桁上へ注油手入等のため容易に昇降し得る装置とす。而して strut と橋体が分離せざる様 carriage なる装置にて兩者を連結しピニオンと共に運動せしむることとした。

h) operating strut 支持桁: 南恩加島町側固定橋の兩側に於て可動橋主構中心線の延長上に架渡した鋼鉄桁で上部に鑄鋼製軸受及軸を取付け、これにより operating strut を支持する。外力は strut 自身の重量により生ずる反力が主たるものであつて、之に開閉運動中はピニオン、ラックの運動による tangential force 及橋面に加はる風圧等が加はる。而して運動の方向及風の方向により力の方向は上向即ち桁を上部へ引上げる場合を生ず

る故に桁は大橋脚及陸岸橋臺 コンクリート中に充分強固にアンカーした。外力は相當大きく且つ開閉運動中は終始大なる震動を受くるを以て特に充分なる強度を有せしむる必要があつた。

1) track girder (図-8) 大橋脚上各主構中心線上に鉄骨柱を柱の心々 5m に建て上部に鋼鉄桁を架渡し桁頂面には厚 100mm, 幅 700mm の高炭素焼入 鋼製軌條を敷設し, スタッドにより桁突縁に取付けた。本軌條上を開閉時ローラーが転動しその間橋体の全重量はこの桁によつて支持せられ, ローラーにより作用する集中荷重はローラー 1 個に就き橋体全重量の 1/2, 即ち約 350t に達する。而して運動中に生ずる桁の振動撓み等は直ちに橋体各部に影響すべし。依て桁は強剛なるものとなす必要あり支間 5m に對して桁高 1.5m 桁の撓みは約 1/5000 を目標とし腹板は厚 16mm の鋼鉄 2 枚を使用して箱形となし數箇所に隔板を挿入し 2 枚の腹板を強固に連結した。柱は桁による垂直方向の反力以外に運動中

図-8.



桁の方向にローラーとの間に生ずる摩擦等のために相當の水平力を受くべし。これには綫構に充分なる強度を有せしめて對抗せしめ, 一方桁に直角の方向に於ては風荷重による水平力を考ふる必要があり, これには柱の断面を開閉運動中側面より風圧 100 kg/m<sup>2</sup> を受けても安全な程度の断面となし, 又柱の基礎も橋脚コンクリート中に充分埋込みて堅固なる構造とした。

**軌條及ローラータイヤの材質に就て**

軌條にはローラーより 350t の荷重が加はりこの場合に生ずる圧応力を Hertz's formula より求むれば

$$\sigma = 0.42 \sqrt{\frac{EA}{lr}}$$

上式に於て E (弾性係数) 2 100 000 kg/cm<sup>2</sup>      A (荷重) 350 000 kg  
 l (ローラータイヤの幅) 700 mm      r (ローラーの半径) 650 mm  
 ∴ σ = 5.3 t/cm<sup>2</sup>

同氏によると鑄鋼に於てはかかる場合の許容圧応力は 6.5 t/cm<sup>2</sup> である。然しながら 350t の全圧力がローラー

一 タイヤの幅全体に一様に分布するや否やは甚だ疑問で、我々はこの點充分なる安全率を有する材料を選択すべき必要があつた。そこで次の如き諸材料を選び圧縮試験を行つた。その結果を參考迄に記載しよう。

一 圖-9 に於て試験片 A は軌條の分、B はローラー タイヤの分とする。w, t, の寸法は各材料により多少相違あるも、大体 w は 70~100 mm, t は 65~140 mm に造つた。A, B 兩試験片の接觸する長さ l は 76~109 mm で、この長さより設計荷重に相當する壓力を求め、更にその 3~4 倍に相當する壓力を加へてその接觸面に生ずる變形(凹み)の量をダイヤルゲージで測定した。その結果は表-2 の様である。

即ち表-2 を見るに我々は鑄鋼を使用することの非常に不安なるを知り、結局高炭素鋼又は高炭素焼入鋼を使用する外良法無きことを認め、依て再びそれ等の硬度に就き試験した。その結果は表-3 の様である。

圖-9.

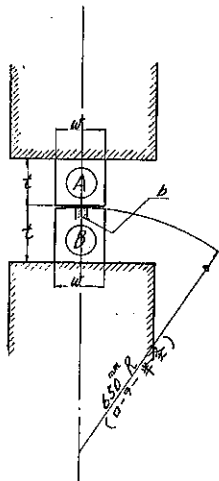


表-2. 圧縮試験成績表 変形量 (mm)

種別	設計荷重 (t)	試験荷重 (t)			
		50	100	150	200
I (A) Hard steel (B) Cast steel	51.6	0 0.045	0 0.170	0 0.295	—
II (A) Hard steel (B) "	"	—	0	0	0
III (A) Hardening hard steel (B) Hard steel	"	0	0	0	—
		試験荷重 (t)			
		56	113	170	
IV (A) Cast steel (B) "	54.3	0.025	0.115	0.250	
V (A) Chrome nickel steel (B) "	"	0	0.005	0.035	
VI (A) Nickel steel (B) "	38.0	—	0.040	—	

表-3. 硬度試験成績表

硬度計	試験箇所	Hard steel	Hardening Hard steel	Cast steel	Cast iron
Brinell	A	330	465	137	
	B	330	440	147	192
	C	330	395	149	
Shore	A	41	61	24	
	B	42	59	25	34
	C	41	60	24	

結論として硬度大にして延伸度又相當に存するものを最良とし、こゝに高炭素焼入鋼が選擇されたのである。

(4) 機械部分 (圖-10, 11)

a) 運転動力: 橋体が開橋したる場合 23 m の純徑間を有効に保たしむるに充分なる仰角を計算し、之を 80° と定め船舶航行の際橋体が絶対に支障を來さざる様にした。但しその必要無き場合には隨時適當の角度にて停止せしめ得る事とし運転時間は 80 秒とした。最初の 15 秒間は加速し、一定の速度に達して後 50 秒時間はその速度を持続し最後の 15 秒間は減速して停止せしむる事とした。而して之に相當する機械設備の能力及所要動力量は 1. 廻轉慣性 2. 風荷重 3. 廻轉軸摩擦の如き項に就き計算したのである。

廻轉慣性、同軸摩擦、並に各風圧に對する rack circle に於ける tangential force を計算せる結果はその内約 80~90% は風力にして、即ち所要動力の大部分は風荷重のために消費せられる。今風力と馬力の關係を計算せる結果は表-4 の如くである。

本橋使用の動力 35 IIP 全密閉誘導電動機は相互豫備として 2 臺を設置した。今 1 臺を使用する時は表-4 に見る如く風圧 12.5 kg/m<sup>2</sup> (風速 10 m/sec) の時開閉を自由になし 2 臺併用の場合は風圧 25 kg/m<sup>2</sup> (風速 14 m/sec) の時にも開閉なし得る。而してこの電動機は連続 5 分間 50% 過負荷に對して損傷を來さざる試験済のもので

圖-10.

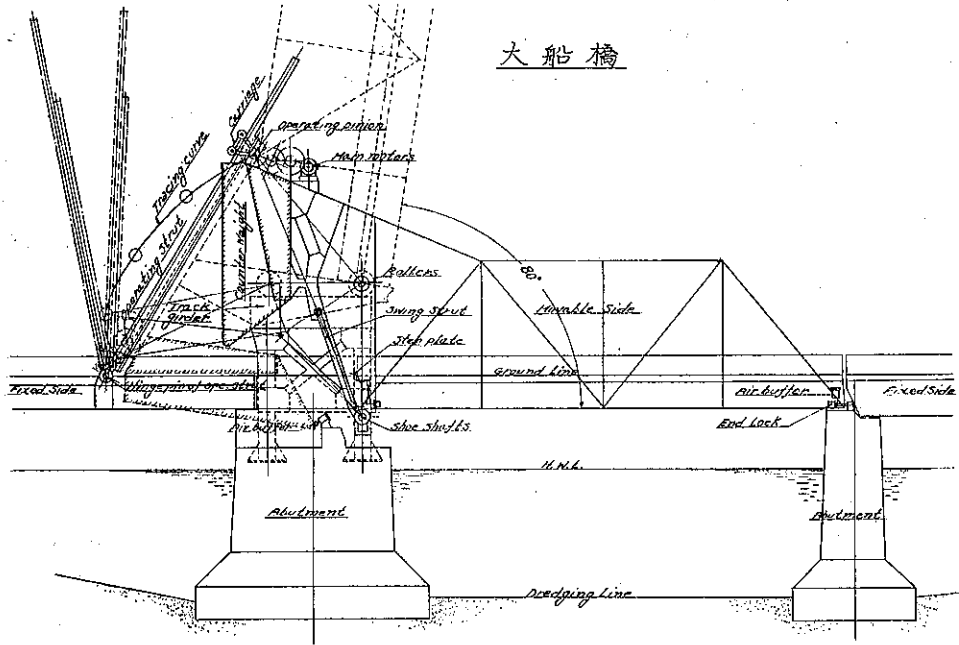
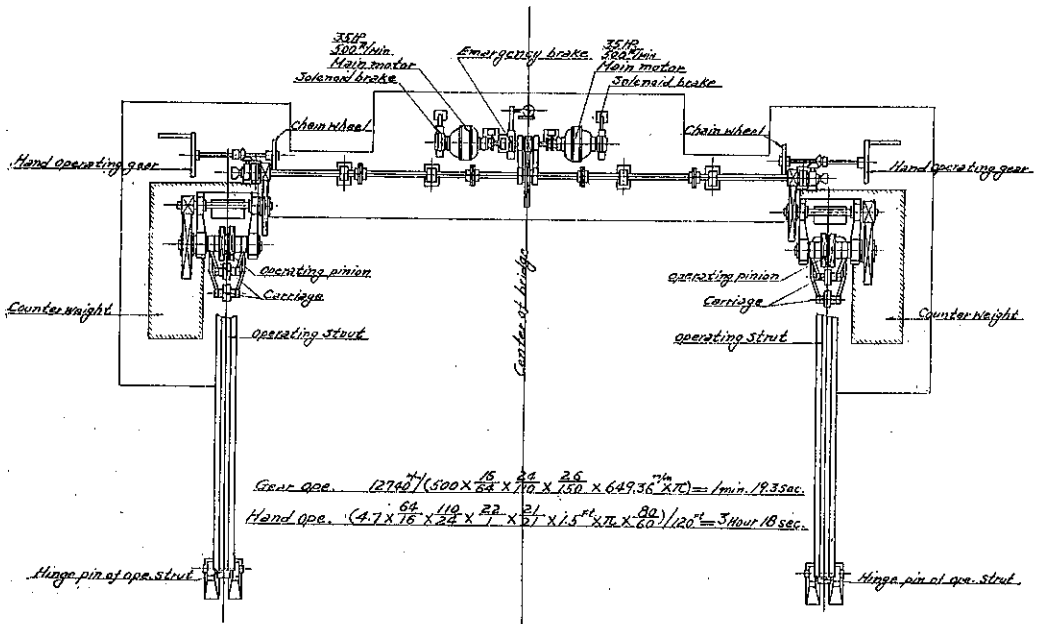


圖-11.



あるから風圧  $50 \text{ kg/m}^2$  (風速  $20 \text{ m/sec}$ ) の場合にも支障なく開閉爲し得るものである。而して木津川運河に於ける船舶の航行し得べき風速を調査するに周囲の状況により  $8 \text{ m/sec}$  位に於ては漸く出入し得るも  $10 \sim 15 \text{ m/sec}$  に達すれば航行不可能の止むなきに立ち至る状態なれば本橋の動力は  $35 \text{ HP}$  を以て充分その目的を達し得るのである。電流は 3 相交流電圧  $220 \text{ volt}$ ,  $60 \text{ cycle}$  である。

表-4. 風力と所要馬力の関係

風速 $\frac{\text{m}}{\text{sec}}$	7.5	10	12.5	15	17.5
風圧 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	100	150	225	300	390
所要馬力	188.8	428	786	1300	2060

b) 其の他の機械設備：開閉運動の兩極限に於ては常に自動的に制禦機が働き其の速度を調節し得べきも尙且つ衝撃を減少するため自動作用をなす air buffer 4 個を備へ一つは橋体先端の横桁兩側に他は木橋脚コンクリート上に据付け後端の buffer とした。end lock は閉橋の際その位置を確實に保つため堅牢なる鍛鋼製ロッドを小橋脚上に設置した鑄鋼製ソケットに差し込む方法を取つた。尙 compressed air 注抜に故障を生じたる場合に備ふるための手働装置を供ふ。其の外橋体開閉に際しては可動橋後部に固定橋間の接続鉋を持ち上ぐるの必要があり、之にも compressed air を以て操作することとした。尙 emergency brake の操作も同様である。次に橋体開閉には手働式による方法を設備した。これは主として架設當初の試運転の際に使用するを以て目的とした。

c) 機械臺上及操縦室内の設備：重錘間横桁の機械臺上に取付けたる機械は次の如し。

35 HP 電動機 (電磁制動機付) 2 臺, 空氣制動機, 動力傳導裝置 (各軸及齒車, 同ベヤリング)

大橋脚の下流側には鉄筋コンクリート造 2 階建陸屋根式建物を造り操縦室とした。一階は床高を橋面より稍、高き位置とし周壁には出來得る限り窓を多く造り、操縦者が橋梁運転中及其の前後に於て橋面上及運河水面を充分見透し得る様努力した。而して橋面上高欄の一部に出入口を設け鉄階段により操縦室への通路を設けた。

操縦室内設備としては一階に配電盤, 操作盤, 自動標示器, 角度標示計, 自動制禦器, 抵抗器, 圧搾空氣自動操作機, エアーサイレン, 地階に変圧器, 電動空氣圧搾機 (電動機 5 HP), 宿直室, 炊事場, 物入, 淨化裝置便所等を設備した。その外大橋脚上の橋床下には空氣溜槽を設置した。

d) 遮断機, 信號燈, 照明燈：遮断機としては電動屈折土肥式を採用し固定橋床面上高欄外側に 2 ヶ所据付け、道路上の交通を遮断開放せしむるものとし、其の操作は操縦室内に於てなし電動機は 1 HP にして電磁制動機をも設置した。道路信號燈は遮断機附近の歩道上に 2 箇所設置し光力各 60 watt, レンズ径 250 mm 赤緑の 2 位色燈とし航路信號燈は大小兩橋脚上に各 1 箇所設置し光力各 60 watt, レンズ径 250 mm 赤緑の 2 位色燈閃光式とす。次に照明燈としては夜間可動橋全開の際船路水面を照明するため可動橋中央橋床下面に反射笠を有する光力 500 watt の照明燈 1 個を取付け、又橋面上には反射笠を有する光力 250 watt 1 個, 200 watt 4 個の街路照明燈を其他重錘間横桁上機械臺には光力各 40 watt の照明燈 4 個を、橋桁外側には光力各 40 watt の赤緑色航路標識燈計 12 個操縦室内には光力各 40 watt の照明燈 4 個を取付けた。

#### 第 4 章 取付高架橋 (圖-12)

橋臺及前面護岸に強大なる土圧力が作用するを避け橋臺の代りに取付部分約 18 m は 2 徑間の鉄筋コンクリート高架橋を建設し最前列柱の間に桁を渡しこの上に固定橋各鉋鉋を支ふることにした。高架橋は基礎に橋脚と同一深度に達する迄米松丸太杭を打込み (長 29 m 2 本継杭) その頭部は O.P.+1.5 m に切揃へ最前列及第 2 列柱の基礎は夫々下端を O.P.+1.2 m として横方向には厚 1.2 m, 幅 2.8~3.2 m の鉄筋コンクリートフーチングにて一体に形成し、尙縦方向には第 1 列, 第 2 列柱間も厚 0.9 m, 幅 1~2 m の鉄筋コンクリートにて連結し一体のものとし、水平力に對しても充分堅固なる基礎とした。縦桁の徑間は 8 m で横方向に於ける柱の間隔は 6.3 m とし、ラーメンとして計算した。縦桁は連続桁と考へた。柱は最前列は橋臺桁を支持する必要ありその断

図-12 の 1.

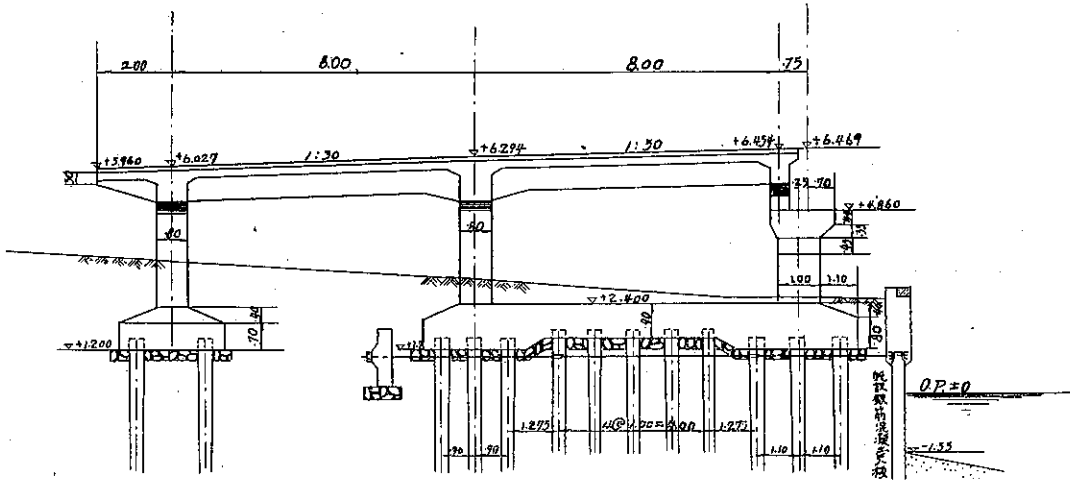
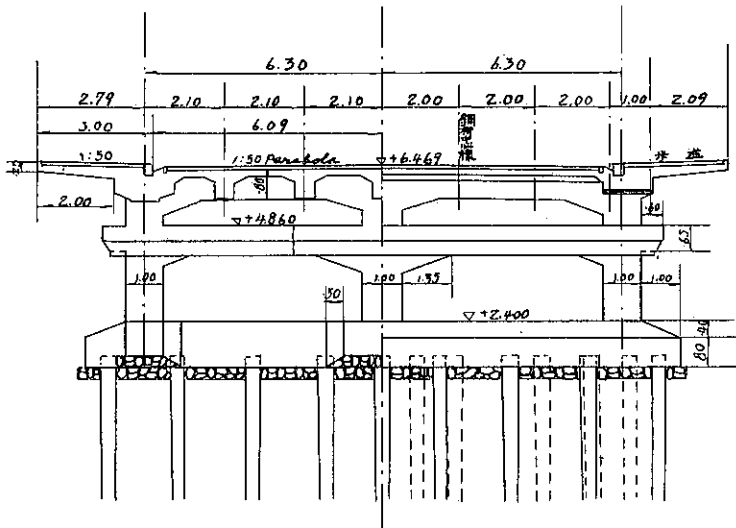


図-12 の 2.



面は 1.1×1.0m とし第 2 列, 第 3 列は 0.8m 角とす。而して第 3 列各柱の基礎は相互に連結せず單獨のものとした。橋床は縦桁を間隔 2.1m に配置し, その間に厚 20cm の床版を置き, 又歩道は両端部縦桁中心より約 2.8m 片持桁として突出せしめた。橋面總幅員は 18.18m で中央に車道 12.18m を兩側に歩道各 3m を設けその境界には上溝を設置し舗装はシート アスファルトとなし車道厚 5cm 歩道厚 3cm である。

第 5 章 工 事 施 工

昭和 8 年夏季より障害物の移転, 假道路の築造等本工事に必要な準備を始め, 同年末先づ直營による河底地盤の改良及河中にある水道管, 電力線の移転等に始まり, 9 年秋よりは基礎工事の準備に着手したが, 9 月 21 日大暴風雨高潮の襲來により一時工事は中止され, 同年末より再開 10 年初秋には兩岸橋臺前面の鉄筋コンクリート護岸及杭打基礎上に鉄筋コンクリート ケーソンによる橋脚 2 基が完成した。次に橋体鉄骨及運転用諸機械, 電

氣装置等の製作架設工事は昭和 10 年 4 月大阪鉄工所之を請負ひ又橋梁上橋床、鋪裝及兩岸取付道路工事、操縦室の建築工事等は 10 年 8 月下旬錢高組請負ひ何れも工事順調に進捗し、11 年 4 月下旬には内試運転可能となり 5 月上旬全工事を完全に終了した。而して前記の如く築島締切りを廢せしため運河の航行を全く禁止せるは橋桁架設中の昭和 11 年 2 月中旬より 5 月上旬に至る僅か 3 箇月間であつた。現場工事に従事せし總延人員 44549 人にしてこの間工事による重傷者等の皆無なりしは最も幸運とする處であつた。次に各種工事施工の概略を述べよう。

(1) 直營工事

(a) 河底地盤改良工事 浚渫工は昭和 8 年 12 月上旬より着手し昭和 9 年 8 月上旬終了した。埋戻工は浚渫終了後先づ O.P.-7m 迄施工し橋脚基礎杭打工及基礎割石投入並に橋脚の築造完成後、更に昭和 10 年 8 月下旬より再びそれより上部を埋戻し 9 月下旬に終了した。浚渫土量約 34000 舟 m<sup>3</sup> 埋戻砂約 10000 舟 m<sup>3</sup> であつた。

(b) 橋臺前面護岸工事 兩岸共延長夫々約 25m で鉄筋コンクリート矢板約 150 本を第 2 號杭打機船により建込み、順次所定の如くコンクリート工事を施工し昭和 10 年夏笠石据付を以て完了した。

(c) 橋脚基礎杭打工 河底地盤の改良が O.P.-7m まで竣功しコンクリート矢板の建込も完了した後昭和 9 年 12 月より杭打込位置の測量準備に着手し 10 年初めより打込を始め 2 月末終了した。打込には第 2 號杭打機船を使用、打込本数大橋脚基礎に 328 本、小橋脚基礎に 91 本、合計 419 本で杭は米松丸太、寸法は大橋脚には末口 25cm、長 21m、小橋脚には末口 23cm、長 21m である。杭打機の性能は表-1 参照。杭打機の實働日數 43 日、1 日打込本數平均 9.7 本、最大 16.0 本。

打込の結果は O.P.-18m 附近にある厚 3~4m の砂礫層が豫想以上に硬くこの層を打ち抜きて更に 3m 下部にある砂利層に達せしむるには相當の困難を感じる部分が多數にあつて、杭頭の損傷するを恐れてこの層を突抜くことを中止した場合もあつた。従て奴杭頭部の破損甚しく連日修理するの必要を生じ甚しき時は 1 日 2 回に及んだことがあり、このため最初は功程抄らず、依て奴杭の數を増加して作業の中絶すること無き様努力した。打込杭 419 本の頭部(徑約 40cm)切揃へには潜水夫 63.5 人を要し 1 人當り切り揃へ量 6.6 本であつた。打撃による最終沈下量の値は表-5 に掲げた。

表-5. 橋脚基礎杭最終打撃による沈下の値

(航長 21.0m 末口 23~25cm)

沈下層 (cm)	大 橋 脚 (328本)		小 橋 脚 (91本)		
	本数	%	本数	%	
0	153	49.70	0	2.3	
0.05-0.50	48	14.63	0.05-0.50	52	57.14
0.55-1.00	58	17.68	0.55-1.00	3	3.30
1.05-1.50	45	13.77	1.05-1.50	8	8.79
1.55-2.00	6	2.44	1.55-2.00	4	4.40
2.00 以上	5	1.52	2.00 以上	0	0
計	315	100.00	計	110	100.00

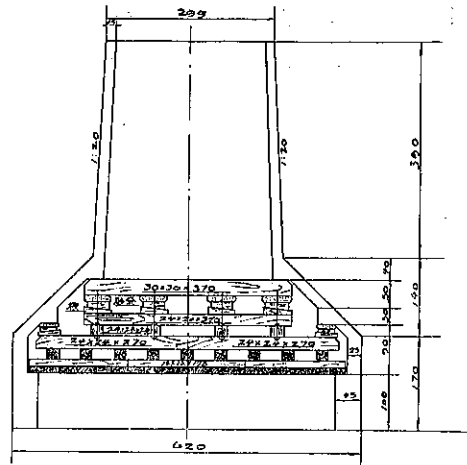
(d) 橋脚用ケーソン製造工事 (前記の如く架橋現場上流にある乾船渠にて製造した。)昭和 9 年 4 月より型枠製作準備を始め大小兩橋脚同時に製造することとし大橋脚はケーソンの幅大なるため隔壁は横隔壁以外に縦方向にも挿入し其他底部の木製假底取付等のため型枠の構造は相當複雑であつた。ケーソン製造用コンクリート量は大形ケーソン 341 m<sup>3</sup>、小形ケーソン 100 m<sup>3</sup> でこれを大形は 3 回に分ち小形ケーソンは 2 回に分ちて施工することとし、夫々水平に施工接手を設けた。コンクリートの填充には船渠岸にタワーを建てシュートにより流し込む工法を採つた。9 月 17 日に大形の下部コンクリートを施工した處同月 21 日の暴風雨、高潮に遭遇し當時組立中であつた小形ケーソンの型枠は流出し其他作業用諸器械建物等甚大なる被害を受けたが、幸にして 17 日施工のコンクリートには何等異状を認めなかつた。その後約 1 箇月は之等復舊整理に費し 11 月より工事を再開順次各部のコンクリート施工を終了した。木製假底はその水密となすべき底面積大形ケーソン 313 m<sup>2</sup>、小形ケーソン 96.3 m<sup>2</sup> 合計 409.3 m<sup>2</sup> で厚 12cm の米松材を底板として使用し全



面に敷詰めケーソンコンクリート中に豫め埋込みたるボルトにて各々締付け尙上部には角材にてサンドルを組み上下材及コンクリートに接する面には砂袋及楔を以て充分締付けた(図-13)。その木材容積大形ケーソン 127 m<sup>3</sup>, 小形ケーソン 38 m<sup>3</sup>, 又砂袋に要した砂は夫々 4.6 m<sup>3</sup>, 1.7 m<sup>3</sup> である。底板を水密となすためには各敷板間縫目にはホーコンを打込み, 更に白ペイントを塗詰めた。その製作は 10 年初めより着手し 8 月取付を終へた。その他小形ケーソン安定用のフローターの取付等も 8 月下旬には總べて完了し曳出しを待つばかりとなつた。

(e) ケーソン据付工事 昭和 10 年 2 月末杭打工事の終了と共に, 先づ据付箇所の河底床均しより始め, その面積大橋脚基礎約 450 m<sup>2</sup>, 小橋脚基礎 180 m<sup>2</sup> で何れも 1 個 75 kg 内外の割石を砂を以て置換えられた地盤上に O.P.-6m の高さまで捨込み, 潜水夫をして大槓 又は 槌の類を以て造形を設け先づ割石の表面を均し次に目潰砂を充分詰込み水平に敷均した。ケーソン据付後水中コンクリートによりケーソンを基礎杭と連結するまではその重量は直接地盤に傳はりその圧力は計算上約 13 t/m<sup>2</sup> であつた。而して改良されし地盤は砂層厚 2 m 及その上に割石層厚 1 m 合計 3 m で水中コンクリート施工までの短時日は充分なる載荷力を有するものと豫想した。次に据付位置に米松杭を打込み之に横木を取付け据付時のガイドとした。据付工に於て最も心配した點はケーソンの吃水で船渠出口に於ける敷高は前述の如く O.P.-2.7 m で且つ 4 月中に於ける大潮の最高潮位は O.P.+1.8 m 位と豫想するが安全である。この場合船渠出口の水深は 4.5 m となる。一方吃水の算出に當りては従來同船渠で製造した大阪港防波堤用ケーソンの吃水を測定した記録より鉄筋コンクリート 1 m<sup>3</sup> の重量を逆に算出した値を参考として 1 m<sup>3</sup> の重量は 2500 kg と假定し, 又假底用木材 1 m<sup>3</sup> の重量は敷板の實際の重量を測定して 720 kg と假定した。これによつて總重量を推定せる結果は大形ケーソンは 952.9 t, 小形ケーソンは 281.3 t にして尙小形ケーソンには安定用フローター 20.8 t が餘分に加はる。依てこれより stability curve により浮揚時の吃水を算出して見たが大形ケーソンにありては 4.18 m, 小形ケーソンにありては 4.26 m となり, 水深 4.5 m に對してケーソン曳出しに當りてケーソン底部と船渠敷居の間には漸く 24~32 cm の間隙が残る譯である。若しケーソンの重量が之より大となる時はこの間隙は更に減少し曳出しに困難となる。依て据付前一応その吃水を測定するを安全なりとし 4 月 5 日早朝の満潮を利用して浮揚せしめ吃水を測定し同時に假底の水密度や小形ケーソンの安定如何を檢查した。その結果吃水に於ては大形ケーソン平均 4.14 m, 小形ケーソン 4.25 m で推定値と大差無く大形は 4 cm, 小形は 1 cm 計算による吃水より小さく又假底の水密度其他も成績良好でこゝに曳出しに對して相當の自信を得た。併しながら尙其他に大形ケーソンの底幅 12.2 m に對して船渠出口の幅は約 13 m でケーソン底部側面と出口側壁の間には片側に 40 cm の餘裕を残すのみであり, 又船渠外部の本津川本流は僅かではあるが潮の流れがあつて, この出口をケーソンが安全に通過し得るやに關しても幾分の不安があつた。かくして据付現場の準備が整ふを待ち 4 月 19 日, 20 日の大潮を狙つて 19 日大形ケーソン 20 日小形ケーソンを据付することに決定した。その前日現場では据付位置の兩端及河心側の 3 方に材料運搬船を充分強固に繋鎖し, 又陸岸に 2 臺のウインチを据付け當日は早朝より準備をなし所定の潮位に達するを待ち午前 6 時曳出しを始め出口を無事通過した。曳航中はケ

図-13.



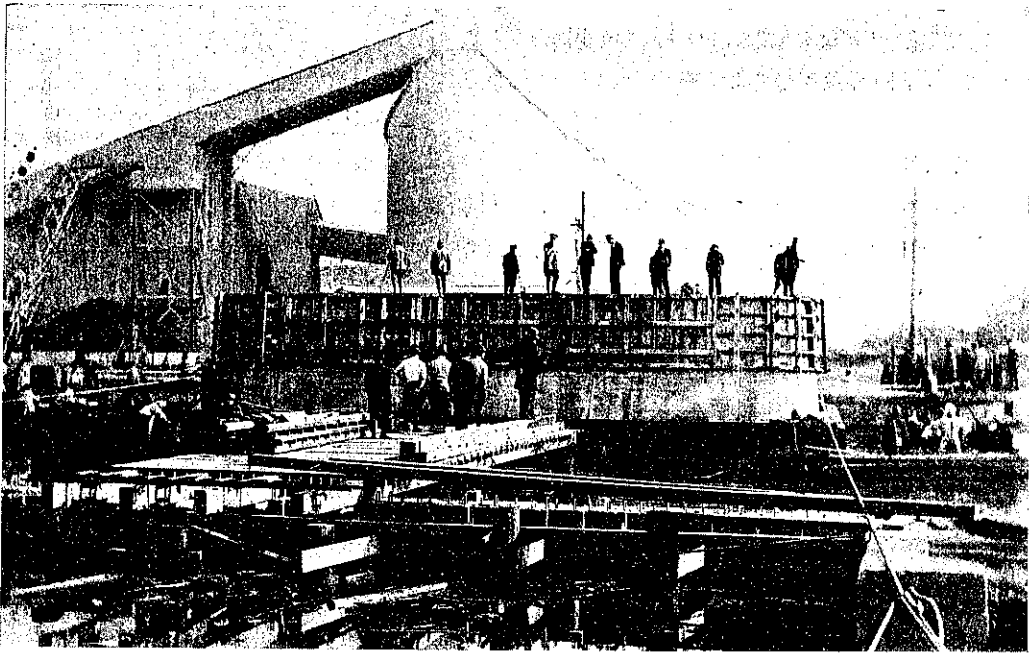
ケーソンの先頭に 1 隻両側に各 1 隻計 3 隻の曳船を使用した。途中事故無く 700 m を曳航 6 時 40 分無事現場に到着、直ちに前記 3 隻の材料運搬船及陸上に設置したウインチに緊索を取り充分正確なる位置を測定し 7 時 30 分より各曳船に設備せるポンプ及ケーソンに取付けたサイホンによりケーソン内へ徐々に注水し、その間も常にその位置や傾斜の如何等を測定しつつ 10 時 40 分完く据付を終了した。小形ケーソンも同様にして翌 20 日午前 7 時 5 分曳出を始め 7 時 35 分現場に到着し 8 時注水を開始し 9 時 45 分全く終了した (図-14, 15)。假底の撤去。ケーソン假底の撤去は 5 月初めより着手し下旬終了した。取外しには潜水夫により砂袋を切りサドルを解き、之等を起重機によりワイヤーにて引張り一氣に引抜くこととしたが潜水夫が水中にある時に底板が飛上るなど相當危険な作業となり殊に両端半円部の取外しには困難したが幸ひ事故は無かつた。

(f) ケーソン内部コンクリートの填充 3 月上旬より先づ運搬用假棧橋の橋脚杭打込や水中コンクリート填充用帆布製袋の製作等を始め兩岸在來の道路に 14 才練りコンクリート混合機を各 2 臺据付けセメント倉庫を附屬せしめ、其の後方に砂及砂利を貯藏し兩岸より各ケーソン迄は上記の如く假棧橋を架設しケーソン上には足場を設け軌條を敷設して横転式土運車によりコンクリートを運搬しケーソン上部より流し込むこととした。水中コンクリートは混合機より直接前記袋に詰込みケーソン上に運搬し起重機船によりケーソン内水中に吊下し潜水夫をして袋を解き填充せしむることとした。水中コンクリートにより形成せられしケーソン底は普通コンクリート填充のためにケーソン内を排水した場合に最も大なる水圧を受ける。而してケーソン底は O.P.-6 m にあるから底部に作用する水圧は相當大きく、若し底部の厚さが小に失する時は排水により底部は破壊すべく連結せし基礎杭頭部にも悪影響を及ぼすこととなる。一方ケーソン底より上部へ 70 cm の間は木製假底取付の構造上隔壁が無く底部

図-14.



図-15.



は全体に共通であるから水中コンクリートに施工接手の存在を避けんが爲には底部全体を連続してコンクリートする必要があつた。故にその量は極小なるを可とする。然るに大形ケーソンはその底面積  $313 \text{ m}^2$  あり、厚さ  $10 \text{ cm}$  の増減は水中コンクリート量約  $30 \text{ m}^3$  の増減に相當しその厚さに関しては慎重に考へる必要があつた。そこで水圧に對しては基礎杭頭と水中コンクリートの附着力による抵抗及ケーソン壁と水中コンクリート間の抵抗並に底部が彎曲する場合を考へてその厚さは  $1.2 \text{ m}$  と算定した。水中コンクリートは配合  $1:2:3.5$  で曲げモーメントに對してはその張応力も或る程度計算に於て考慮した。厚  $1.2 \text{ m}$  を底部全体に渡り施工する時は水中コンクリートの全量は大形ケーソンに約  $300 \text{ m}^3$  となり、之を全部施工するには  $14$  才の混合機  $2$  臺と起重機船  $2$  隻の能力では大約  $2$  晝夜を要する。そこで作業人員を晝夜の  $2$  組に分ち  $5$  月  $24$  日早朝より決行した。朝は  $7$  時、夕方は  $7$  時半を作業員の交替時間として連続  $2$  晝夜作業を中絶せしめず遂に  $26$  日朝  $9$  時頃に至り漸く終了した。小形ケーソンの方は全量約  $100 \text{ m}^3$  で大体  $1$  日に施工可能の見當があつたので  $6$  月  $1$  日朝  $5$  時半から始め晩  $8$  時に終了した。斯くして水中コンクリートの硬化するを待ち大形の方は施工後約  $2$  週間で試みに一室の水を排除しレータンスを取除きコンクリートを検査したが、幸ひにして異状を認めず湧水等も無く完全に水密であつた。小形の方も同様に異状は無かつた。dry concrete の配合は  $1:3:6$  としレータンスが完全に除去され砂利、砂、セメント等の整ふを待ち  $6$  月下旬から先づ小形ケーソンより内部填充を始めた。然るに着手以來雨天多く又電力線引込用の鉄管の埋込みや水中コンクリートコアの採取等のため施行期間は意外に長引き  $8$  月中旬漸く全部終了した。但し實際コンクリートを施工した日数は大形ケーソン  $11$  日、小形ケーソン  $7$  日、コンクリート量は大形  $1370 \text{ m}^3$ 、小形  $360 \text{ m}^3$  でこの場合混合機は大形に對し  $2$  臺、小形に對して  $1$  臺使用した。尙この機會に水中コンクリートの強度を試験することゝし大形ケーソン底部より dry concrete 填充前コア  $3$  個を採取し約  $1$  ヶ年経過せる昭和  $11$  年  $6$  月  $18$  日破壊したが、その成績は表-6 の如くである。

以上により直営工事による橋臺前面護岸及大小橋脚 2 基は完成した。但し大小橋脚共その天端は O.P.+2m に止めこれより、更に完成後の天端なる大橋脚は O.P.+3m 小橋脚は O.P.+4.9m までの間は請負工事により施工することとしたのである。

(2) 請負工事

(A) 取付道路 (a) 擁壁及取付高架橋基礎杭打工：本工事は請負により施工したが、高架基礎杭の内護岸に最も接近した 1 列は護岸工事に先立ち昭和 9 年 8 月下旬直営により水上より杭打機船により打込を終了した。高架橋及それに接続せる擁壁の一部基礎杭は前述の如く長 29m 2 本 継杭で計 190 本あり、それ以外の擁壁に使用した 1 本杭は長 8~21m で計 244 本である。杭及継杭用金物はすべて本市より請負人に支給した。杭打機はドロップハンマー式で、打込は恩加島側より始めた。着手は 9 月末で最初 1.5t のハンマーを使用したか、地盤豫想以上に硬きため 2 本継杭より以後は重量 2t のハンマーとした。11 月中旬に恩加島側を終り直ちに杭打機を對岸に移し 12 月より船町側の打込を始めた。一方工事促進のため船町側の長 11m 以下の杭は 10 月中頃より月末にかけ 2 本子により打込んだ。而て船町側は地盤比較的軟かく 1 ヶ月を要せずして 12 月末に全部終了した。打込中護岸附近に於てはその震動が新設護岸に可成り強く響き打込に際して相當の注意を要した(図-16)。最終打撃による沈下の値は表-7 に示す様である。

表-6. 水中コンクリート耐圧試験成績表

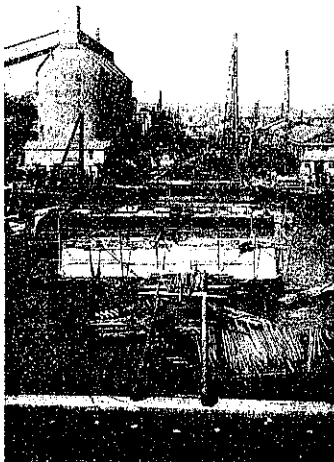
供試体 標號	製作 年月日	配合	試験 年月日	腐蝕 年月日	供試体 直径 (cm)	全 高 (cm)	破壊 荷重 (t)	耐圧力強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )
A	昭和9年 5月25日	2:3:4	昭和10年 6月18日	1年	14.8	37.0	34.8	202
B	"	"	"	"	"	32.1	29.6	172
C	5月24日	"	"	"	14.6	16.7	44.7	267

試験片採取機 利根式コンクリート試験片採取機  
 試験場所 大阪市所發港灣部セメント試験室  
 耐圧試験機 佐藤製衡所製 50t 耐圧試験機

表-7. 取付高架橋及擁壁基礎杭の最終打撃による沈下の値

杭寸法 和成 (m)	ハンマー 重量 (t)	ハンマー 下高 (m)	打込本 数	最終沈下 平均値 (cm)	打込場所
17 8	07	30	12	10.47	船町西側
18 11	"	"	"	6.79	"
20 17	20	"	"	8.38	"
20 19	"	"	"	7.96	"
22 21	"	"	9	3.67	"
17 8	07	"	12	9.19	船町東側
18 11	"	"	"	7.18	"
20 17	20	"	"	8.71	"
20 19	"	"	"	6.50	"
22 21	"	"	9	4.50	"
18 11	15	"	12	3.72	南恩加島西側
20 17	"	"	"	2.79	"
20 19	"	"	"	2.41	"
22 21	"	"	9	1.61	"
18 11	20	"	12	4.52	南恩加島東側
20 17	"	"	"	3.50	"
20 19	"	"	"	3.56	"
22 21	"	"	9	2.26	"
29	"	"	33	1.18	船町北側
29	"	"	41	0.37	南恩加島南側
29	"	"	57	0.54	船町高架橋
29	"	"	54	0.29	南恩加島高架橋
20 19	"	"	20	9.18	船町高架橋
20 19	"	"	20	6.17	南恩加島高架橋

図-16.



(b) 鉄筋コンクリート擁壁：擁壁工事は最初杭打と平行して、その打込終了せる部分より順次土砂掘鑿、鉄筋、型枠の組立、コンクリート施工を行ひ型枠取外し後は直ちにある程度の土砂埋戻をなしその部分を材料置場として使用した。着手は 10 月上旬恩加島側より始め途中湧水等無く比較的容易に工事を終了した。掘鑿土量 1900m<sup>3</sup> コンクリート (配合 1:2:4) 620m<sup>3</sup>、鉄筋約 38t、内部盛土土砂 4280m<sup>3</sup> であつた。

(c) 鉄筋コンクリート高架橋：コンクリート（配合 1:2:4） $690 \text{ m}^3$ 、鉄筋約 42 t、土砂掘鑿量  $1,900 \text{ m}^3$ 、埋戻量  $2,300 \text{ m}^3$  で杭打の終了に引き続き施工した。基礎は O.P.+1.2 m にあり大干潮時でない限り水中にある。依て基礎工に於ける土砂の掘鑿、杭頭間の割石填充、鉄筋組立、コンクリート施工等はすべてこの大干潮時を利用して施工するより方法なく、而して當地に於ては干潮は晝間は比較的短かく作業すべき時間がない。其れに反して夜間はその時間が長いので作業は殆ど夜間に限られ大体午後 9~12 時頃から午前 2 時~6 時頃の間施工した。高架橋工事は相當大量のコンクリートを一時に施工する必要があり、そのため成可く嚴寒時を避けることとし極力工事を急ぎ年末には恩加島町側を完成し船町側も基礎だけは工事を終へた。翌年 1 月は嚴寒襲來せるため残る船町側上部構造は工事抄らず漸く 2 月下旬に到り竣功した。

(B) 橋脚継足工事及大橋脚上橋床工事 橋脚継足工事は直營にて施工した。橋脚上部へ小橋脚は更に 2.9 m、大橋脚は 1 m の継足コンクリートを施工し設計の天端に達せしむるものでコンクリート量（配合 1:3:6） $470 \text{ m}^3$  である。小橋脚の方は鉄骨工事で全然關係が無い爲め 11 月上旬施工を終つたが、大橋脚は track girder の設置を待ちその鉄骨柱、綾構を埋込みて昭和 11 年 1 月中旬より下旬に渡り施工した。何れも兩岸に混合機を据付け橋脚へ足場を渡し軌條を敷設して土運車によりコンクリートを運搬し上部より流し込むこと直營の場合と同様であつた。この場合電氣配線用マンホール、操縦室内水洗便所用淨化槽等は同時にコンクリート中に形成された。橋床は大橋脚上に築造し可動橋と恩加島町側固定橋間を連絡するもので径間 5 m、コンクリート量（配合 1:2:4） $21 \text{ m}^3$ 、鉄筋 2.5 t で 2 月中旬より 3 月初めに互り施工した。コンクリートは大橋脚継足コンクリート同様足場により陸岸より運搬填充した。

(C) 橋桁及機械据付工事 (a) 固定橋：固定橋は恩加島町側鋼鈹桁總重量 50.4 t、船町側鋼鈹桁 79.7 t 何れも綾構共で其の他桁受杓として鑄鋼品 4.4 t あり、10 月末工場製作全部竣功し、假組立を終つた。翌 11 年 2 月先づ恩加島側より架設することとし護岸背面にデリッキ クレーンを準備し製品はすべて大阪鉄工所より舢にて運搬した。桁は設計に於ては 2 ヶ所に現場接合箇所を設けたが、これを變更し 1 箇所は工場銀にて接合し 1 箇所は工場河岸にて假締ボルト及ボンチを打込みて 1 本物となし（長 19.6 m）現場へ搬入後は舢より直接デリッキにより吊り上げ架渡した。船町側は高架橋上部構造の築造中で陸岸にデリッキ、ウインチの類を設置する場所が無い爲、本市所有の浮起重機船第 2 金剛を請負人に賃借せしめ、これにより架渡することとし桁は同様に 1 本物（長 25 m）として舢により現場に搬入の上 2 月 16 日午前 10 時半より午後 1 時に到る僅か 2 時間半で計 7 本の主桁を全部架渡し終了した。現場綴銀数は各桁の接合點及綾構取付箇所て銀径はすべて 22 mm、總數約 9,900 本であつた。圧搾空氣設備は恩加島町高架下に設け、綴銀は工事の都合上急を要せざりしたため、1 組にて順次綴銀せしめ 3 月上旬終了した。

(b) 可動橋：可動橋工事に於ては第一に track girder 支持柱を大橋脚コンクリート中に埋込む必要があつた。依てその製作を最も急ぎ 11 月下旬工場内に於て竣功した。而して桁上部突縁の軌條を取付くる表面は歪の存在するを許さず。絶対水平たるを要する。依て幅 700 mm、長 6,250 mm の全面を削り仕上げとした。現場は 12 月初旬より架設準備に着手し中心、高低測量を終了後大橋脚上にデリッキクレーンを建て 12 月中旬架設を終つた。この部分は可動橋運動の基本部分であるからその中心線の方向並に天端の高さは最も正確たるを必要とし、そのため架設後約 10 日間に渡り連日精密なる測量を行ひ各部を調し然る後綴銀した。次に operating strut 支持桁は 12 月中旬工場内製作竣功し恩加島町側固定橋架設の場合に同時に架渡しを終了した。可動橋本体は 1 月上旬全部工場内に於て假組立を終了したが、その製作に於て最も苦心した點は軸受桁軸孔中心と swing

strut の上下軸孔の中心により形成する三角形を 4 本の軸受桁共全く誤差無く一様に仕上ぐることにして桁腹板には山形鋼等の突出障害物があつて、この 3 點の距離を正確に測定するには非常なる困難を伴ひ又この軸孔を工場内で製作するか、或は現場に 4 本の軸受桁を建て、後 4 個の孔を同時に穿つかにつきて、兩者共夫々長短があり、結局工場内で假組立中に軸孔の仕上を行つたが、この部分は本橋の急所であり最も慎重を期し軸孔 4 個の仕上げに 1 箇月以上を要した。その他 operating strut に於ては strut の長さ約 20 m あり、これに多數のラックピンを綴紙にて取付くため、左右兩 strut に於てピッチに狂ひの生ぜざるやが、製作に當り最も憂慮されたのであるが、結果は好成績でラックピニオンの運動は非常に円滑であつた。次に現場架設方法に就きてはステージングによる方法、ケーブルエレクションによる方法、デリッキクレーンによる方法等を考へたが、その主要部分たる軸受桁、重錘、重錘間横桁等は何れも干潮而上約 17 m の高さに取付く必要があり、加ふるに何れもその重量相當大なるため、この場合にはデリッキクレーンに依る方法を最良法なりと考へこの方法によることとした。而してこれ等主要部分は橋体後方に集中するからクレーンの建設位置は恩加島側固定橋中央に選んだ。但し主構のみはそれより河の中央に吊り出す必要があり、依てデリッキの高さはそれより計算して 37 m と決定した。デリッキは鋼製で曾て重量 20 t を吊り上げし能力を有し附屬電動ウインチは 40 IP を使用した。2 月上旬恩加島側固定橋架設さるゝや直ちにその建設に着手し鋼板桁 4 本に跨り縦木を据付け堅固なる基礎となし stay wire は重要な部分 2 箇所は径 2 吋の wire を使用した。又運河を横断して張渡した wire 中船舶の mast が衝突する恐れのある箇所には赤色燈を點じ、デリッキ頂上には附近に在る飛行場の要求により白色燈を點じ出來得る限り危険防止の設備を爲し、2 月下旬全く準備成つた。現場には前述の如く材料置場全然無きため据付順序によつて順次製品を解により現場へ搬入せしめ所定の位置に吊り上ぐることとなし、3 月初めより据付作業に取掛つたのである。先づ軸受桁支持軸受臺(鑄鋼製) 4 個を据付けその軸孔中心位置を 4 個共橋梁中心線と直角をなす所定の一直線上に置く爲、綿密なる測量、仕上に數日間を要し、一方 track girder 軌條が到着せるため(日本製鋼所室蘭工場より)これをその天端に取付け、これもその高さ、方向につき精密なる測量をなす必要があり 3 月上旬はこれ等の作業に終つた。中旬には swing strut 4 本を建込み前記軸受臺軸孔と swing strut 取付孔を貫通して軸を挿入した。軸 1 本は径 420 mm、長 2 090 mm で重量約 2.3 t あり、これが挿入には豫め工場内で軸中心に螺釘を切り込み締込みボルトを取付置き、最初軸孔迄はウインチにより引附け置きその後は同ボルトを締込みてその螺釘の運動により徐々に貫入した。一方恩加島側固定橋及高架橋上に跨りて主構の組立をなし各格點は横桁取付又は軸受桁との連結に差支へざる部分のみ綴紙を終へ然らざる部分はポンチを充分打込み軸受桁との取付部分には假ガセットプレートを製作し、之を取付け單なるワーレントラスとしてデリッキクレーンにより一舉に前方へ吊り出すべく準備を整へた。主構 1 本の重量約 15.5 t である。併しながら主構架設前に先づ全運動の基本となるべき軸受桁 4 本を正確に建つる必要があつた。而して設計に於ては軸受桁は現場に於て 1 箇所接合する計畫であつたが、これを變更し全部工場紙にて製作せるを以て 1 本の重量約 14 t となり、しかも普通の鋼板桁とは異り垂直に吊り上ぐる必要がある。今 wire を軸孔に通す時はその仕上面を損傷する恐れがある。依て上弦材取付用の紙孔を利用し特殊の吊金具を製作しこれにより吊り上げたがその重心の見當がつく迄は容易に垂直に吊り得ず、その建込は全架設作業を通じて最も苦心せる所であつた(圖-17)。3 月 20 日漸く 4 本共建込を終りその間に横桁を取付け左右を連結した。尙この間操縦室より船町側小橋脚上へ渡る遮断機、信號燈、其他用電纜を河底を浚渫して敷設した。斯くして 3 月 21 日主構をいよいよ架渡す事に決定、同日早朝より作業を始め小雨の中を決行、デリッキクレーンにより容易に河中へ吊り出し正午前左右共順調に架渡し終了軸受桁と下弦

図-17.

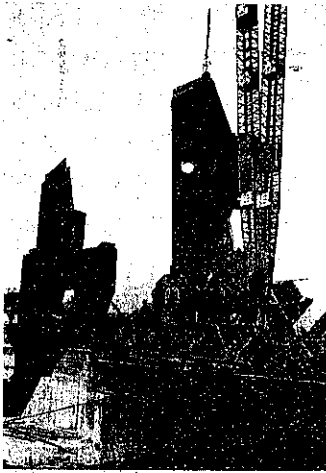


図-18.

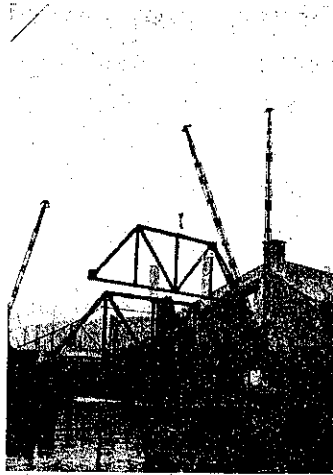
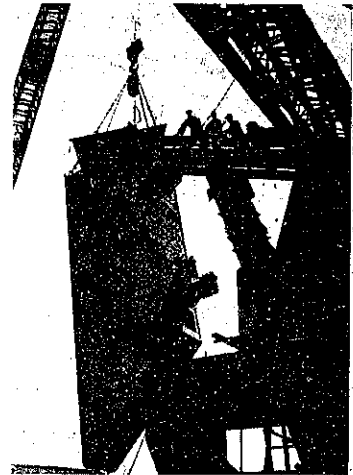


図-19.



材終端を連結し(図-18)午後より横桁を取付け左右兩主構を連結した。翌日からは縦桁、上下綾構等を順次取付け上弦材を後部へ延長し重錘の取付のみを残すに到り、重錘は3月31日先づ上流側より始め1個重量17tを空中に吊り上げ徹夜取付工を続け翌早朝に漸く完了した(図-19)。下流側も引続き取付を終へ、次にその間に重錘間横桁重量約14tを吊り上げ、架渡しこれで困難なる架設作業は大体終つた。こゝに於て各部の調整をなし主構先端より縦桁に着手し鉦工は2組にて作業の促進に努めた。軸受桁に取付くべきローラーは3月末現場に到着しこれも2日間に渡り取付を終了した。同軸は径500mm、長1530mm、重量2.4tでswing strut取付軸と同様の方法により挿入した。4月中旬には最後の部分operating strutの架設を終了し15日デリッキクレーンを急速に取外し固定桁上よりこれを撤去し同箇所の橋床築造に對する支障を取除き一方橋体の方は縦桁に全力を注いだ。次に機械の方もこの頃より各部のベヤリング、遮断機、air buffer、end lock等の取付を始め、電工は操縦室内に配電盤、操作盤を据付け各部への配管、配線工事にも着手した。4月下旬には重錘内部へポンチスクラップコンクリートの填充を始め、大橋脚北側重錘の背面直下の河中に繋船を繋留し練臺を据えセメントを積込み、その側方にはポンチスクラップを積載せる舢舨及砂を積載せる舢舨を置きポンチスクラップコンクリート(配合1:2:4)は手練りにて製造し、これを樽に詰めwireによりウインチにて吊り上げ重錘背面側壁に設けた人孔より内部へ投入填充した。コンクリート量約83m<sup>3</sup>なるも填充には左右を一區劃毎に交互に施工し橋体左右の平衡を失はざる様注意せしため、再々左右へ段取り換えをなす必要がありその爲、連日深夜業、徹夜業を爲し工事を急いだのであるが尙作業日數6日間を要した。填充終了後は豫期の如く填充前に比し重錘間横桁の撓みの状態には微量の変化を起した。依てこの変化に応じて豫め同桁上機械臺に假据えせるピニオン及各軸のベヤリングを調整しその本据えに取掛つた。その他4月下旬には各信號燈、照明燈の取付も完了し、各圧搾空氣配管工事、主電動機の据付、操縦室内変圧器の据付、高圧動力線の引込等總てを完備したのである。尙可動体の鋼材重量は橋桁約326t、機械裝置約100tである。

(D) 橋床工事 固定橋床は鉄筋コンクリート造りでコンクリート(配合1:2:4)量122m<sup>3</sup>、鉄筋約11tで月下旬船町側より着手し4月上旬コンクリートを施工した。一方恩加島町側は同鋼板桁上に建てられた可動橋架設用デリッキクレーン及ウインチ等が4月中旬全部撤去せらるゝを待ち工期切迫せる爲、晝夜兼行型枠、鉄筋

の組立を行ひ僅か 5 日間でコンクリートの施工まで總べてを終了した。次いで歩車道境縁石・高欄、地覆石等を据付け歩道、車道を夫々形成した。次に可動橋床は鋼板縦桁上部突縁に均し木をボルトで取付け先づ横断勾配を附し、その上部に敷板を並べこれも開橋により移動せざる様にボルトにより均し木と共に縦桁突縁に取付けた。車道の敷板は厚 9 cm, 面積 232 m<sup>2</sup>, 歩道は厚 5 cm, 面積 88 m<sup>2</sup> で何れもクレオソート注入の檜材を使用した。その重量は重錘重量と密接なる關係を有する爲、その實重量を成可く正確に知らんと欲しクレオソート注入後にその寸法、重量を各板につき精密に測り、これよりその平均重量を求め、最も實際に近い數値を決定した。こゝに於て重錘内部填充のコンクリート量等にも設計當初に比し更に確實なる豫測が出来る様になつた。

(E) 操縦室建築工事 本建築は 1 月末より準備を始めたが、一時鉄骨工事との關係によりその施工を中止し 3 月上旬より再び工を急ぎコンクリート橋脚同様陸岸より足場により運搬した。鉄筋コンクリート量約 50 m<sup>3</sup> で階下は 3 月中旬に施工し階上及陸屋根の部分は 3 月下旬終了した。階上陸屋根の高さは橋面より約 3 m 上部にあり、依てこの部分は陸岸より足場に勾配を附しコンクリート運搬車はウインチにより引揚ぐる方法を探つた。4 月上旬型枠取外しを始め直ちに窓サッシュ取付、左官工事、内部及出入口鉄階段 3 箇所を取付屋上陸屋根及庇の防水工事、水洗便所、給水工事、内部建具等必要な設備を施工した。その内左官工事は内部の電気及空氣設備の配管、配線工事と平行して工事を進めた。

(F) 路面舗装工 舗装面積、橋梁上車道(厚 5 cm) 1 092 m<sup>2</sup>, 歩道(厚 3 cm) 409 m<sup>2</sup>, 取付道路路面車道(厚 5 cm) 1 460 m<sup>2</sup>, 歩道(厚 3 cm) 733 m<sup>2</sup>, 總面積 3 694 m<sup>2</sup> 何れもシートアスファルト舗装で實作業日數 21 日、1 日平均施工面積 176 m<sup>2</sup> であつた。4 月上旬より工事を始め舗装基礎の仕上りたる部分より順次施工した。尙取付道路に於ける舗装基礎は厚 12~20 cm 配合 1:4:8 のコンクリートとした。其の他親柱、高欄、取付道路排水下水工事等を順次終了した。

(G) 試運転 斯くして 4 月下旬大体各運転装置完備せるを以て、先づ手働装置により運転することとし 4 月 30 日午後より第 1 回運転を施工したが結果は豫想外に輕快に動き橋体先端を約 1.3 m 上昇せしめ更にこの間を反覆閉閉して各部に注油が完全に行渡り摩擦が輕減する様に努め、翌日は約 15° やはり手働により開橋し、夕方電力を使用して閉橋した。第 3 日目には 63° 迄の間を反覆しその翌日は 70° 迄、而して 5 月 4 日には完全に全角度を開閉することに成功した。以上の内試運転の結果から更に重錘の増加、その重心の調整其の他電気、空氣關係共調整を要すべき部分はこれを調整し 5 月 12 日公式試運転を施行したが橋体の運転は元より遮断機、end-lock, buffer 各種信號燈すべてに於て良好なる結果を示しこゝに全く工事を完成したのである。

図-20.

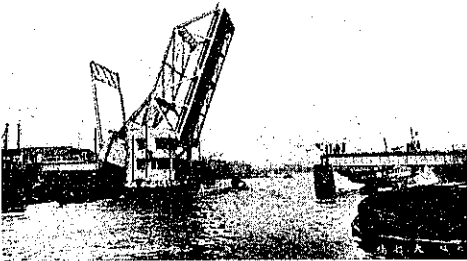
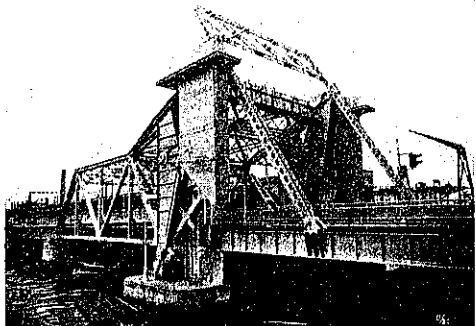


図-21.





第6章 材料試験

鋼材の材料試験結果につき簡単に記載すれば次の如くである。試験法、規格等はすべて日本標準規格に據つた。試験回数總計 142 回で材質により分類すると

構造用圧延鋼材	65 回	鍛鋼品	32 回
鑄鋼品	44 "	鑄青銅品	1 "

(a) 構造用圧延鋼材 試験回数 65 回の内訳は

鋼板, 形鋼, 平鋼	56 回	丸鋼	5 回
鋸材	4 "		

鋼板, 形鋼及平鋼 56 回の試験成績は抗張力の規格に合格せるもの 46 回強度大に過ぎて不合格のもの 3 回小に過ぎて不合格のもの 7 回で(表-8 参照), 尙試験片採取材の種類別は次の如くで不合格は山形鋼に最も多かつた。

鋼板	5 個	山形鋼	2 個
山形鋼	28 "	平鋼	1 "

鋸材 4 回の試験は不合格無く(表-9 参照) 試験片の径は 19, 22, 25 mm であつた。

丸鋼 5 回の試験も全部合格し(表-10 参照) 試験片は径 25, 36, 42 mm のアンカー ボルトより採取した。

表-9. 材料試験成績表(鋸材)

種別	試験回数	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )				延伸度 (%)			
		規格	最大	最小	平均	規格	最大	最小	平均
規格に合格の分	4	34-41	37.9	36.4	36.9	28以上	35.3	29.5	31.2

表-10. 材料試験成績表(丸鋼)

種別	試験回数	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )				延伸度 (%)			
		規格	最大	最小	平均	規格	最大	最小	平均
規格に合格の分	5	39-52	49.6	41.4	45.3	21以上	31.2	23.2	28.9

表-11. 材料試験成績表(鑄鋼)

種別	試験回数	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )				延伸度 (%)			
		規格	最大	最小	平均	規格	最大	最小	平均
第2種 規格に合格の分	15	45-57	57.0	47.7	50.3	15以上	31.0	16.0	26.9
第3種 規格に合格の分	28	47-61	55.7	47.3	49.7	12以上	30.0	21.0	28.2
全上 強度小に不合格の分	1	全上			45.7				26.0

(b) 鑄鋼品 試験回数 44 回の内訳は

第 2 種	15 回
第 3 種	29 "

第 3 種に不合格 1 回あり, 他は全部合格した(表-11)。

(c) 鍛鋼品 試験回数 32 回, 内第 4 種に不合格 4 回を出し他は全部合格した。各種別成績は表-12 参照。

以上の試験に於て曲げ試験には結果不良のものは無かつた。

(d) 高炭素焼入鋼 前述の如く track girder 軌條並にローラータイヤに使用するもので, その實物に就きショアー硬度計により硬度を試験し, 又試験片に依り抗張力及延伸度をも試験した(表-14)。

表-8. 材料試験成績表(鋼板, 型鋼, 平鋼)

種別	試験回数	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )				延伸度 (%)			
		規格	最大	最小	平均	規格	最大	最小	平均
規格に合格の分	46	39-47	47.7	39.0	42.7	21以上	27.5	27.0	24.8
強度大に不合格の分	3		54.6	40.9	51.1		24.0	20.0	22.3
強度小に不合格の分	7		39.2	30.4	35.3		32.5	26.0	29.5

表-12. 材料試験成績表(鍛鋼)

種別	試験回数	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )				延伸度 (%)			
		規格	最大	最小	平均	規格	最大	最小	平均
第2種 規格に合格の分	1	39-45			42.3				34.0
第3種 全上	8	44-50	50.0	45.1	47.4	35.0	31.0	33.5	
第4種 全上	15	49-55	55.5	46.5	53.0	35.0	27.0	32.1	
全上 強度小に不合格の分	4	49-55	47.7	40.9	45.0		36.0	30.0	32.8
第5種 規格に合格の分	2	54-60	56.2	53.9	55.1		30.0	30.0	30.0
第6種 全上	2	60-70	70.2	57.0	64.6		30.0	24.0	27.0

表-13. 材料試験成績表(鑄青銅品)

種別	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	延伸度 (%)
規格	40 以上	25 以上
試験結果	65.6	30

表-14. 材料試験成績表

(1) 軌條(高炭素焼入鋼)

種別	硬 度 (ショアー)						抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	延伸度 (%)
	A	B	C	D	E	F		
軌條 A	50.48	50.50	50.50	50.50	50.50	50.50	83.2	17.7
軌條 B	50.50	50.50	50.48	50.50	50.50	50.50	84.6	16.1

A-B は軌條表面各所を選びし器

(2) ローラータイヤ

種別	硬 度 (ショアー)		延伸度 (%)
	A	B	
タイヤ A	47	47	14.1
タイヤ B	45	46	

A-B はタイヤ表面を選びし器

其他鉄筋、セメント、アスファルト、クレオソートの材料試験も施したのであるがこゝには省略すべし。

**第 7 章 仕 様 書 及 工 費**

(a) **仕 様 書** 仕様書中可動橋に関する數項を掲ぐることにすべし。

1. 電動機 2 臺は組合せ或は 1 臺宛自由に運転せしむるを以て、廻転數は正確に同一なるを要し廻転の方向は左右各反對廻転とし如何に傾斜(軸は水平)せしむるとも油の漏洩其他の缺點なく完全に使用し得るものとす。

2. 兩電動機は鍛鋼製軸及クラッチにより輕快に連結或は離脱し得る装置とし適當の位置にエマージェンシーブレーキ(圧搾空氣を使用したる空氣制動機)を裝置し電磁制動機故障其他の際は直に操縦室より送氣し確實に前記制動機に代用し得るものたる事を要す。

3. ビンラックはピッチを最も正確に仕上げピンは鍛鋼(第 4 種)製にして全面削仕上げの上片方のみを鉸綴し固定するものとす。

4. 主ローラーはタイヤ、ローラーセンター及ブッシュの 3 部分よりなる左記構造を有するものにして track girder 頂部に取付けられたる軌條上を最も円滑に転動せしむるものとす。

(イ) タイヤは軌條と同質の硬鋼を以て充分 ロールド 又は鍛鍊をなし仕上げたる上ローラーセンターに撓嵌めをなし、軌條との接觸面は軌條と同一の硬度及仕上を施すものとす。

(ロ) ローラーセンターは鑄疵巢穴其他の缺點なき鑄鋼製品を使用するものにして、其の抗張試験延伸率及屈曲試験は日本標準規格第 2 種に依るものとす。

(ハ) ローラーセンターの内部にはトービン ブロンズ製、若しくは之と同等品以上のブッシュを嵌入するものとす。

5. 主ローラー軸は鍛鋼製にして兩端鋳板に補強板及鑄鋼製ブラケットを以て最も強固に固着し、軸は 2 個共同一水平線にありて track girder の中心線を含む垂直面に直角たるを要す。

6. 主電動機、電磁制動機、各齒車、各刺及各ローラー等必要なる箇所には危険防止及防塵、防水等のため適當の厚さを有する鋼板及型钢等を以て保護被覆装置を設計し、本市係員の承認を受け請負人の費用を以て施工するものとす。

(b) **工 費**

總 工 費	675 540.23 円	
内 訳	直 營 工 事 費	234 330.26 円
	請 負 工 事 費	a) 289 450.00 円
		b) 91 800.00 〃
		c) 39 295.50 〃
	雜 費	20 655.47 〃

{ 河底地盤改良工  
橋臺前面護岸工  
橋脚 2 基築造工

橋桁及機械裝置製作、架設工

{ 橋脚継目工、橋床工、  
取付道路工等

同上工事支給材(松丸太杭、セメント等)

{ 地質調査、物件移転補償、  
假道路、渡船場假棧橋、  
下水改築費等

(c) **作業人員** 作業人員を分類すれば表-15~表-17 に示すが如し。

表-15. 作業人員表 (直營工事)

種別	工夫	人天	大工	湯水 夫	仮蓋 架組費	石工	木 工	合計
液漂埋戻工	2628	1001.7	422	483	37093			50643
護岸工	115.8	2590.4	186.0	82.3	641.5	190		36320
橋脚杭打工	571	494.5	26.0	143.1	856.3			15772
ケソン製造工	3281	9020.2	3279.3				269	126565
ケソン据付工	232	323.8	33.7	159.4	141.9			6820
ケソン仮底撤去工	83	206.1		48.3	107.8			370.5
ケソン内コンクリート工	1291	3855.0	252.4	50.3	618.5			4912.3
高架橋杭打工	73	55.0	22.4	7.2	43.0			134.9
雑工費	8.3	304.1	105.4					417.8

表-17. 作業人員表 (請負工事)

種別	土工	大工	橋 脚	鉄筋工	鉄工	石工	左官	アス ト ルト	合計
坑灯工		194.5	850.6		8.0				1013.1
擁壁工	1600.8	542.8	86.1	244.6					2674.3
高架工	951.7	384.1	48.7	733.4					1617.8
橋脚鑑定工	244.2	104.6	66.6			38.4			453.8
コンクリート橋床工	190.4	92.4	5.3	45.2		47.3			380.6
木造橋床工	13.9	10.2							24.1
大基脚上									119.4
コンクリート橋床工	38.9	61.2	4.7	14.6					119.4
換気室工事	109.5	129.7	19.6	70.6	3.9		69.0	3.3	425.6
舗装工	255.9	9.8				2.6		447.6	715.8
雑工費	338.6	86.9			68.3		3.7	58.1	1156.5

(雑工事には下水高欄取付工事を含む)

表-16. 作業人員表 (請負工事)

種別	土工	大工	橋 脚	鉄筋工	鉄工	石工	左官	アス ト ルト	合計
橋脚杭取付工	882.2	3747.1	501.3	490.3	447.3	1402.2	2931.4	494.4	6445.1