

彙報

第 21 卷 第 10 號 昭和 10 年 10 月

愛媛縣長濱大橋架設工事概要

會員工學士 武 田 良 一*

1. 箇所

位置：愛媛縣喜多郡長濱町（右岸）櫛生村（左岸）

路線名：府縣道川之石長濱線

河川名：肱川

2. 計畫概要及び構造

(1) 計畫概要 本橋は愛媛縣北西部の伊豫灘に面せる沿岸の要港を連絡する重要海岸路線の 1 なる府縣道川之石長濱線が、本縣第一の大河にして且つ水運の便最も開けたる肱川河口を横切る箇處に架設せらる。縣は之が架橋を昭和 8~10 年の 3 箇年繼續時局匡救事業として計畫實施せるものにして但し兩岸橋臺は昭和 7 年度に於て繼續土木として施工完成せるものである。

肱川は其の源を四國山脈中の 1 支脈に發し北流して大洲盆地を貫き瀬戸内海に注ぎ、其の幹川流路延長約 95 km 流域面積約 1300 km² を有し、上流各支川の水を聚めて常時水量豊富にして流筏に寄る木材の搬出夥しく且つ舟運の便多く河口右岸長濱町は縣下有數の木材の集散地である。又下流部に於ては良質の玉砂利を産し之が採取運搬が盛である。

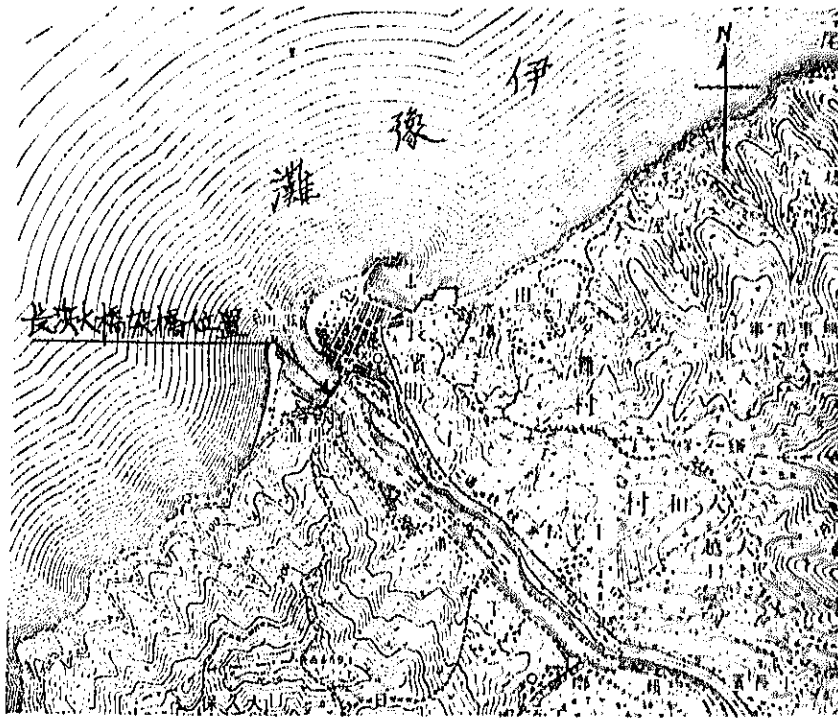
上記木材及び砂利運送の爲、河口に近き部分は大型帆船の出入繁く全く河口港の状態を呈してゐる。出入船舶の最大なるものは、總噸數 195 t、載荷吃水 3.8 m、長さ 32 m、幅員 8.9 m、帆柱高水面より約 30 m の大型帆船にして、帆柱には水平なる架帆横木を有し安全通航幅約 12 m のものであるが大多數は 100 t 内外の帆船である。河口の出入及び河上の航行は主として約 25 t 曳船に依り行はれ時として 2~3 隻を同時に曳行することがある。本河口附近は冬期西風により脅威を受くること多く其の際は船舶の一部分は東方長濱港内に大多數は河上を溯り沖浦側山裏に避難す。

河底の地質は左岸寄りには上層部に厚さ約 6 m の砂利層を存して其の下部は四國山系の骨格をなす水成岩質變成岩結晶片岩にして河岸より約 1/13 勾配にて河心に向ひ斜走し約 140 m にして突然深く河底に没入し去り、右岸寄りには全く粗砂及び砂利にして全く岩盤を存しない。結晶片岩は片理かなり良く發達し劈開面は河心に向ひ約 45° の角度を以つて傾斜してゐる。上部砂利層との間約 70 cm は風化し硬質粘土狀を呈してゐる。

上述の如く本河口附近は舟運上重要な水路なるにより其の通航を遮斷停止せしむることは社會的見地より勿論不可である。水陸交通を兩全たらしむる方法として先づ上流部僅少の距離に於て舟運に支障なき架橋地點を選び得れば該箇所に固定橋を架し渡ることが考へらる。河口より約 2 km の地點に好適の箇所あるも餘りに交通の重心を離るゝ嫌あり、事實舟航繁劇なる地點に既に架橋の氣運の熟せるは鐵道の如き特殊の場合を除き一般道路交通に於てはかゝる迂路を廻るを許さざる情勢を自ら示すものである。次には河底隧道又は高架橋に依る案が考へらるゝも共に莫大なる工費を要し且つ舟運繁劇の程度は常時河川の全幅を必要とせず適當に統制を採り得るこ

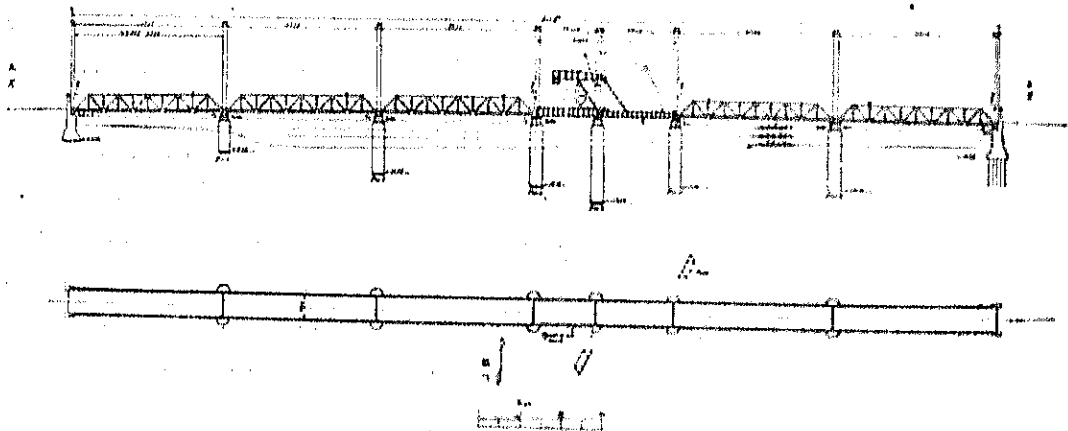
* 都市計畫地方委員會技師兼地方技師 愛媛縣經濟部土木課勤務

第 1 圖 長濱大橋架橋位置附近平面圖

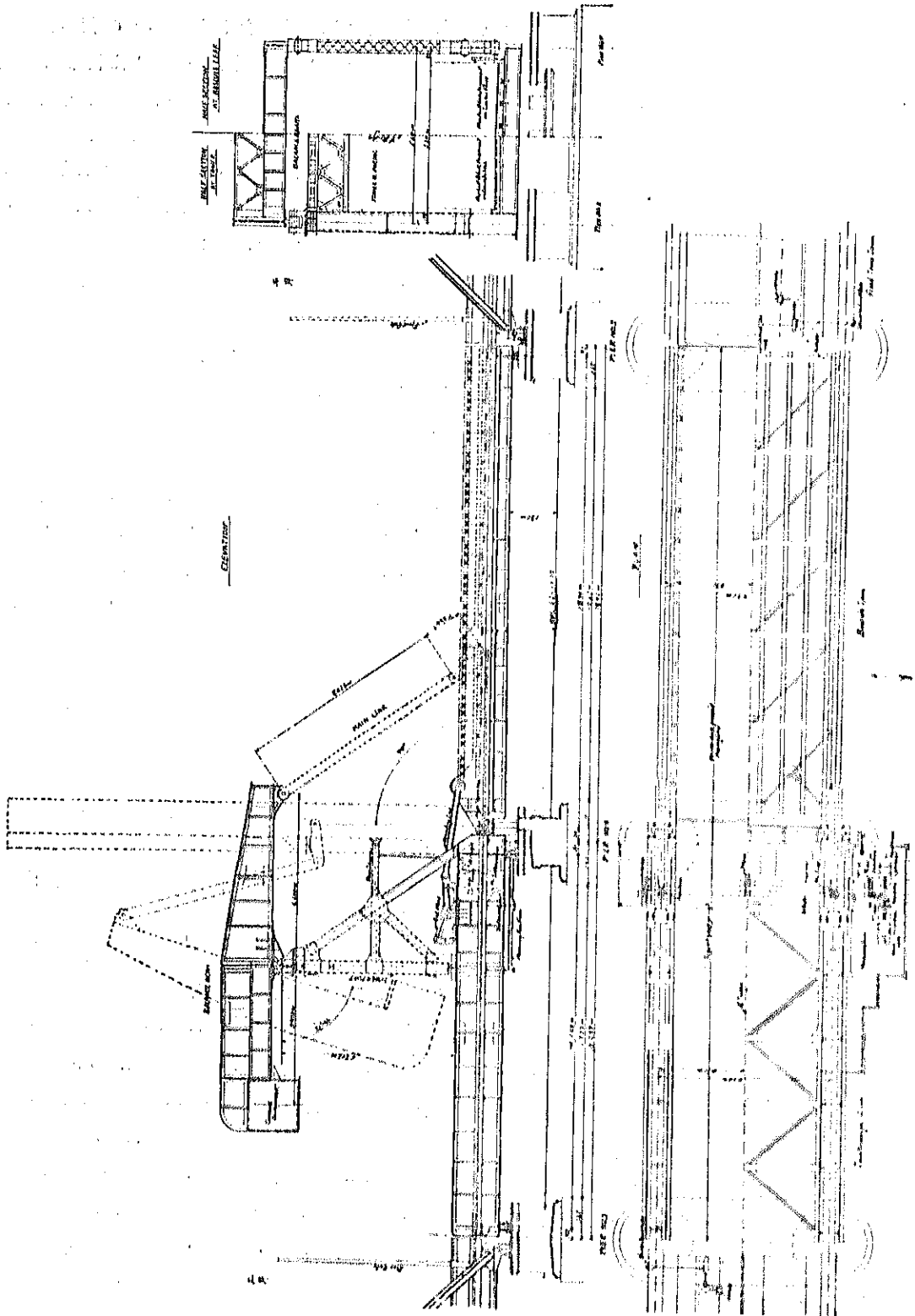


と又右岸は直に市街地に接し取合道路の勾配制限により兩側民家に經濟的地域的に大なる 不利不便を及すことを考慮し本案を捨てた。可動橋案に就ては其の開又は閉橋により陸上又は水上交通を去々遮断するの欠點あれども本箇所には大型帆船の航行は河口の狀況により概ね満潮時に限られ一定時間内に要約して出入し、他の小船は最大満潮時に於ても橋桁下を自由に通航し得る様 clear head を採り得ること及び水上交通は下流部限られたる水面に於て行はれ將來陸上交通を凌駕して甚しき激増は考へ得べからざること等の理由に依り本案をとつた。可動橋として昇閉型式に就ては可動通航部の位置即ち滿筋（實測に依るに左岸より約 135m の距離にあり）に於け

第 2 圖 長濱大橋一般圖



第3圖 一般部可動部圖

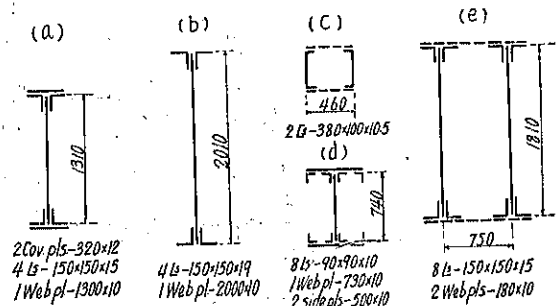


可動橋部一般構造は bascule pier を挟んで右側即ち長湊町寄りは跳開徑間支間 18.60 m, 左側即ち蒲生村沖浦寄りは對重徑間支間 14.336 m にして前者の 90° 開閉に必要な一切の設備を後者上に備ふ。可動桁は左端の回轉主軸 (main trunnion) を中心として跳上り、其の動力は缺圓主齒車 (bull wheel) と可動桁を連結する operating link により傳達さる。一方平衡桁 (balance beam) の後端に固定されたるコンクリート對重は平衡桁を介して main link に依つて可動桁と連り開閉に當つては兩者相平衡を保ちつゝ回轉し可及的開閉所要動力量を減少せしむ。平衡桁は對重桁上に直立せる塔柱 (tower post) により支持されてゐる。main link は開閉運動中開角 28° にて 2 つに折れ回轉腕長を變ずる。可動桁の開角 90° の場合に於ても上部平衡桁の開角は 73°40' にして後端對重は塔柱其の他に支障を及ぼさない。機械及び電氣設備の大部分は對重桁上流側に架け出されたる木造 2 階建運轉室 (上階)、機械室 (下階) 内に設けられ、動力線 3 相交流 200 volt, 60 cycle 電線は左岸沖浦側よりトラス床版コーピング内に埋込まれたる内徑 2 吋の鐵管中を通り運轉室内配電盤に來る。可動桁開閉用主モーターは密閉型クレーン用誘導電動機 7.5 IP 2 臺にして常時は 1 臺を使用、強風時には 2 臺並列運轉をなすものとす。配電盤、制禦器、角度指示器等運轉操作に必要なものは上階運轉室内に設備す。この他に可動橋部前後に各 1 臺の陸上交通遮斷器及び同上開閉用 1 IP モーターを固定部トラスに取付け操作一切は運轉室内にて爲し得る仕組である。運轉に對する安全裝置としては可動桁、遮斷器等の回轉運動の始終點には總べて limit switch を設備し、モーター及びモーターより傳達さるゝ運動を電氣回路の自動的斷續により調整すると共に手動制動機電磁制動機によつて的確を期し尙可動桁先端中央にエンド・ロックを用ひて前方遮斷器の開閉とロックの開閉とを機械的電氣的に緊密なる連絡を保たしめ、エンド・ロックと主電動機とはインター・ロックに依りロックが完全に引き抜かるゝに非れば主電動機は運轉し得られざるものとす。尙停電其の他の電氣的故障を生じたる際には別に手動裝置を取り付け操縦し得。

可動主桁は長さ main trunnion 中心より先端活荷重垂重心迄 18.00 m, 總長 18.753 m の鋼板桁である。主要各部分は別に鋼材を用ひ鉚結銲接等の方法により補強す。camber は開閉運動に伴ふ撓度を精細に算定し中央 splice 部分に -0.6 cm を附せり。主桁心々は 6.80 m にして路面との關係は half through である。橋床は縦桁横桁より成る床組上に厚さ 7.5 cm の木床を張り其の上部に鋪裝として木塊 5サ×8サ×2サを並べ釘止とす。尙鋪裝の横目地の調整及び迂り止めとして木床上に約 3.5 m 間隔に山形鋼を配置す。木材はすべて内地産赤松を用ひクレオソート防腐處理を施す。鐵高欄は外面縦桁 (outside stringers) 上にボルトを用ひ直接取付ける。main trunnion shaft は徑 180 mm, 長さ 790 mm 半硬鋼製にして支承は bearing 及び shoe の 2 部よりなり共に鑄鋼製である。可動跳開部の重量は 53 600 kg である。

平衡桁は總長 13.30 m, 平衡回轉軸中心より main link 接續部中心迄 6.60 m, コンクリート對重々心迄 5.40 m を有する鋼板桁である。横構は桁の上下縁に設け且つ補強を充分にす。特に平衡回轉軸上部は桁高大なるにより web plate の buckling に對する安定を考慮し stiffener を充分にし剛性を増す。對重を除きたる平衡桁の重量は 24 700 kg である。

第 4 圖



main link は全長 9.893 m, 上下ピン中心間 9.513 m にして長短 2 部よりなり 1st link は長さ 8.023 m, 2nd link は長さ 1.490 m を有す。

コンクリート對重は平衡桁の後端に固定され $2^m \times 2^m \times 6.60^m$ の mass concrete にして、單位重量 2700 kg の鋼屑コンクリートを用ひ重量 82400 kg である。

塔柱の主要断面は線 4 圖 (d) に示す通りにして別に stay を有し垂直及び水平外力に對し充分なる安定を保たしむ。この種跳開橋に於ては特に大切なる部分に屬す。以上可動桁、平衡桁、main link 及び塔柱の計算に對しては閉開運轉中の荷重及び荷重方向の變化、慣性、衝撃及び振動等による不定應力に對し 30% の餘裕を見込み断面を決定す。

對重桁は鋼鍛桁の複断面を有し外力による應力に耐えしむるのみならず可及的撓度を小ならしむ。

機械設備の能力及び所要動力量に就ては、先づ閉開最大角度を 90° とし且つ隨時必要なる角度に於て停止し得ること及び運轉時間は 3 分 30 秒即ち 200 秒とし當初 20 秒にて徐々に加速し、中間 160 秒は一定速度を保たしめ、最後の 30 秒にて徐々に減速し、之を停止せしむるものとし、之等に對し回轉惰性、風荷重及び回轉軸摩擦等の各項に就き詳細計算の結果以上を決定す。所要最大動力量は開橋の際、無風時に於て閉角 10° に於て 3.1 HP, 50 kg 風壓にて開角 60° に於て 12.7 HP を要し、閉橋の際、無風時に於て閉角 62° に於て 3.5 HP, 50 kg 風壓にて閉角 20° に於て 13.2 HP を要す。以上に對し 7.5 HP 密閉型クレーン用誘導電動機 2 臺を設備す。本電動機は連續 5 分間 40% 過負荷運轉に耐え得るものである。機械部分に於ては特に bull wheel 及び main pinion 齒車に stub teeth を用ひ強さを増す。

本橋閉開順序を示さば

開橋の場合：

1. 電鈴を鳴らす
2. 遮斷器を下し同時に前方 lock は開放せられ且つ道路信號燈は赤に點燈す
3. モーターを運轉し橋を開く
4. ハンドブレーキを締め通船信號燈を青とす
5. 電鈴を止む

閉橋の場合：

1. 電鈴を鳴らす
2. ハンドブレーキを弛め通船信號燈を赤に變ず
3. モーターを運轉し橋を閉づ
4. 遮斷器を上げ同時に lock は固定され且つ道路信號燈は消燈す
5. 電鈴を止む

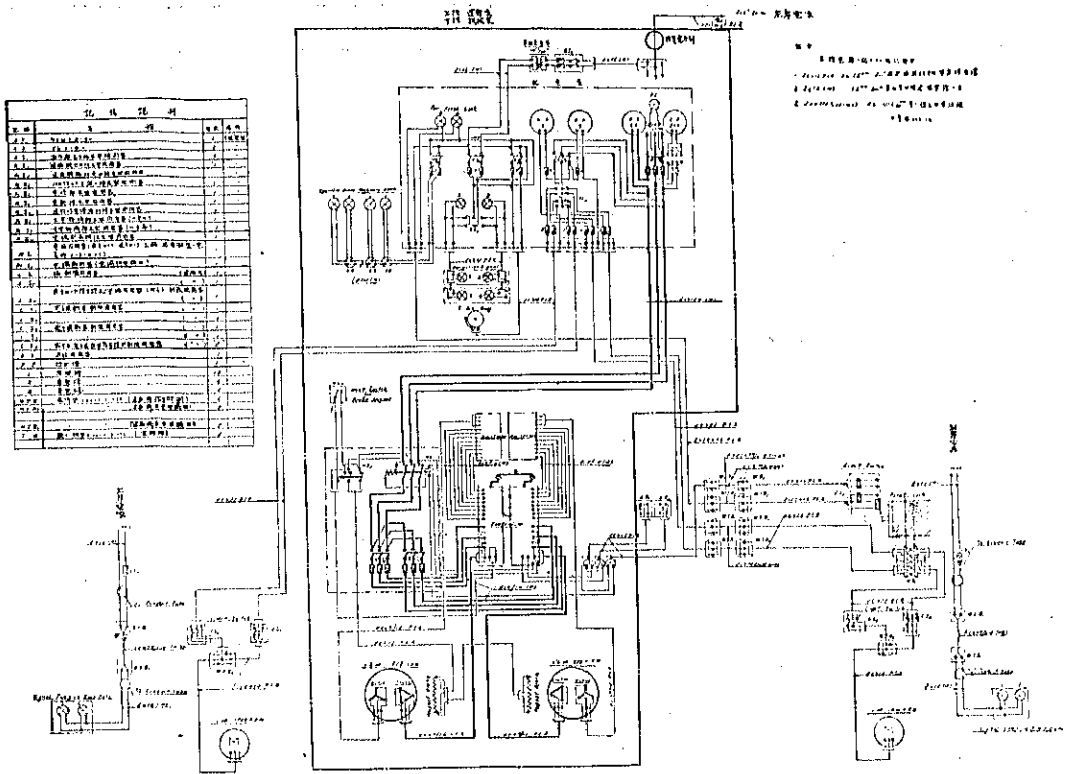
配線方式は第 5 圖を参照せられたい。操縱方法は先づ 3 極双型 main switch を入れ、電源に接続せしめ次に電動機 1 臺又は 2 臺を運轉せんとする時は夫々の電動機の switch を入れると共に電動機軸の clutch の挿入の適否を檢し更に遮斷器用電動機の switch を入れ、次いで操縱に取り掛る。

開橋操作：

ベル：配電盤上のベル用 switch を入れベルを鳴らす。通船信號燈は依然赤を示しおく。

遮斷器及び lock：次に双投 2 極遮斷器開閉用 switch を閉の方向に入るときは遮斷器は閉ぢられ且つ機械的聯動裝置により lock は開放され同時に limit switch が自動的に働き配電盤上標示燈は青を示し橋の上開可能であることを標示す。此の青標示燈が點ぜられて初めて主電動機の制禦器を操縱し得。

第 5 圖 配 線 圖



主電動機の運転： 主電動機用制禦器の handle を動かし開の方向に第 1 notch に入る時は、電動機軸に接続せる magnet brake は弛み、interlock 回路は通じ且つ 3 極 conductor は電磁力により自動的に接觸し主電動機は回轉を始む。運転中停電其の他により電流が切断せらるゝときは magnet brake は自重により lever の他端を押へ電動機軸の回轉を止む。90° 閉橋の終點に近づく時 span limit switch が働き電動機の電流は切れ air buffer の作用すると共に漸次其の惰性を殺ぎ制禦器を斷の位置に戻すと共に magnet brake が掛り完全に橋を停止せしむ。

通船信號塔： 双投 2 極通船用 switch を切換ふる時は通船信號燈は青に變じ同じく配電盤上標示燈は青に變ず。次にベル用 switch を切りベルは止む。

閉橋操作：

閉橋の場合の逆にして只閉橋完了の場合通船信號燈は赤に切り換え 道路信號燈は遮斷器の上開と共に消燈す。尙運轉中の emergency brake として hand brake を電流に關係なく隨時使用し得。

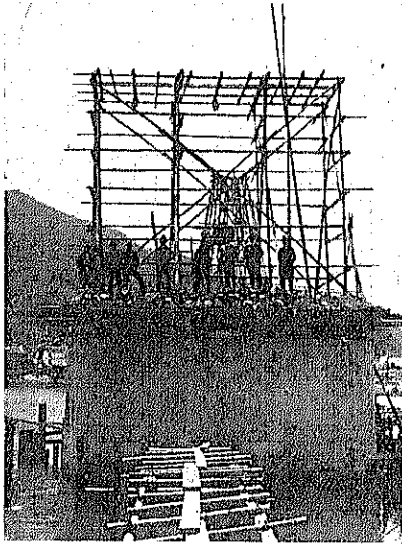
(口) 下部構造： 橋臺はコンクリート造重力式にして右岸は地盤軟弱なる爲末口 24 cm、長さ 7 m の生松丸太を縦横 1 m 間隔に 50 本を用ひたる杭打基礎である。橋脚は 6 基にして 10.1 m × 3.5 m の矩形の兩端に半圓を附したる形の鉄筋コンクリート井筒基礎の上部に中心間隔 6.6 m、直徑 2.5 m の圓碁柱 2 本を有す。bascule pier は特に可動桁上開直立せる場合及び開閉運動中 50 kg/m² 風壓又は水平震度 0.15 の地震に對しても充分なる安定を保ち基礎は岩盤に迄到達せしむ。

3. 施工概況(第6圖～第20圖参照)。

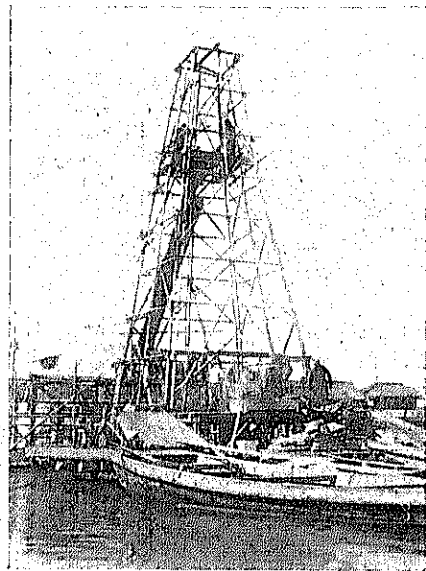
(イ) 下部工事：橋臺は干満の差約 3.00m を存するにより箱枠を沈下し其の内部を根掘したる上地盤よりの湧水止めとして厚約 1.0m の水中コンクリートを施し換水の後橋臺コンクリートを打つた。右岸基礎杭打は已を得ず樁杭をなし眞穴打となした。橋脚井筒沈下は所定位置に天端を M. W. L. 迄に築島をなし其の上に鋼鐵製沓を据ゑ順次 1 ロット約 3.0m としコンクリートを打ち足しつゝガットメルを用ひて沈下した。特に bascule pier の基礎を約 1/13 勾配にて河心に傾斜せる岩盤上に据ゑるには沓の双目を岩盤上約 70cm にて井筒の沈下を一時停止し水中發破により表面を荒均しをなし更に潜水夫を入れ横重に凹凸を切り取り細心の注意を拂ひ据ゑ下した。

(ロ) 上部工事：木川は河口より約 10km の間は河川勾配極めて緩にして出水潮汐等による河水の移動ある

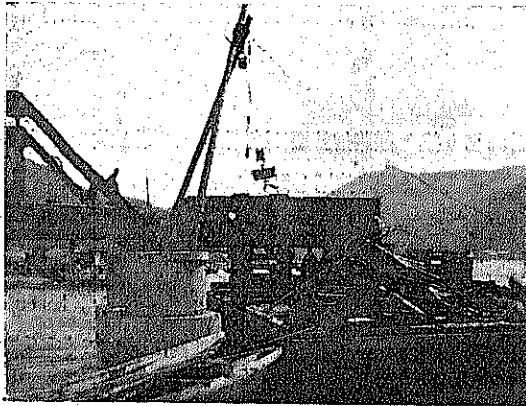
第6圖 井筒沈下



第7圖 コンクリート練込用臺船檣



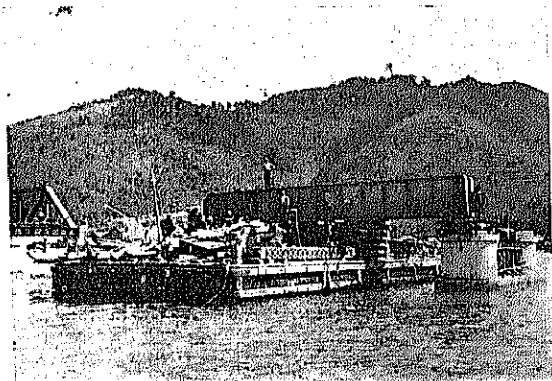
第8圖 浮船にて對重桁の組立



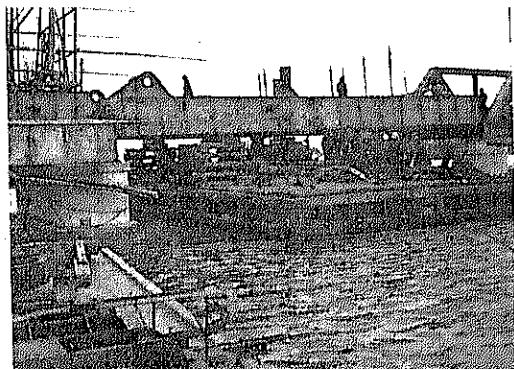
第9圖 浮船にて對重桁絞鉄



第 10 圖 對重桁の浮船による架設



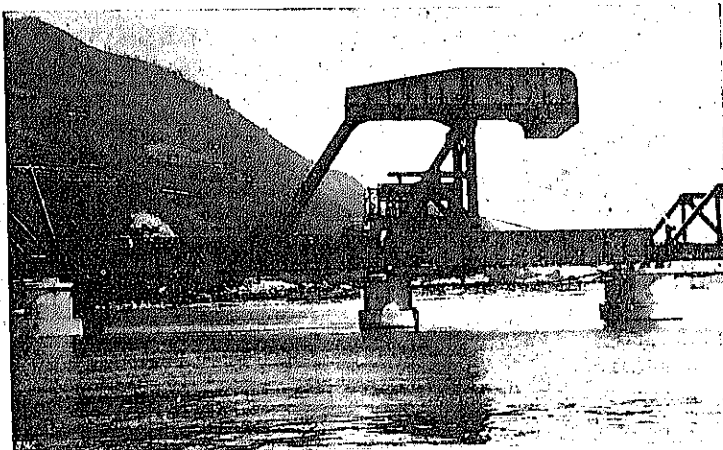
第 11 圖 可動桁の浮船による架設



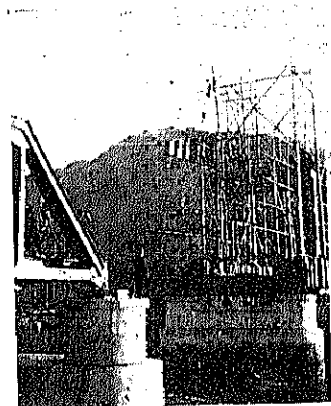
第 12 圖 メートラニオン据付



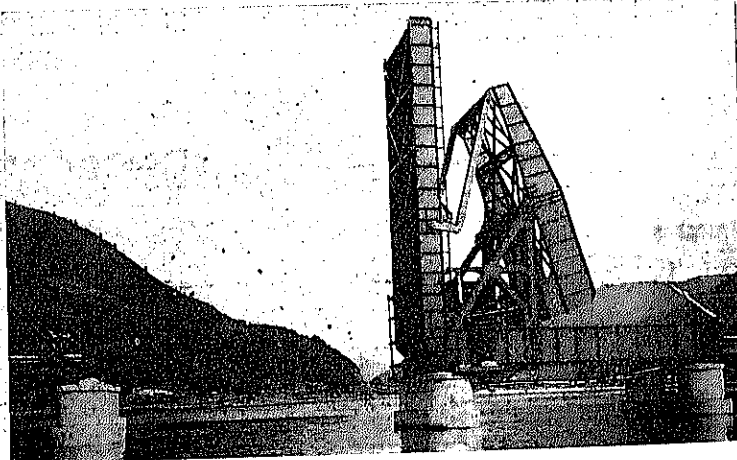
第 13 圖 可動橋閉橋の状況



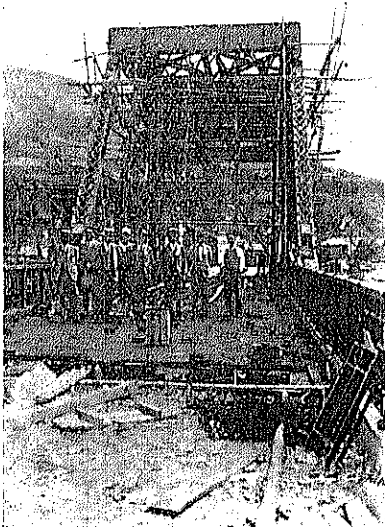
第 14 圖 平衡桁の組立



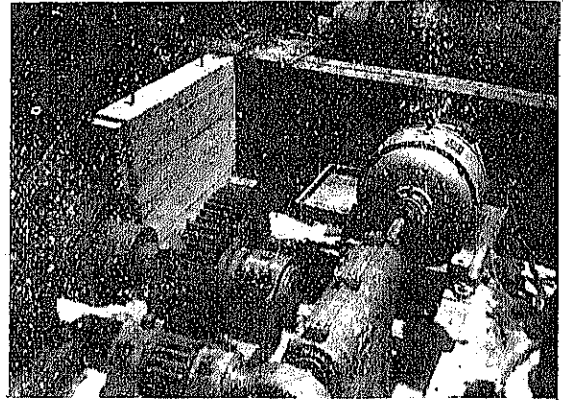
第 15 圖 可動橋全開の状況



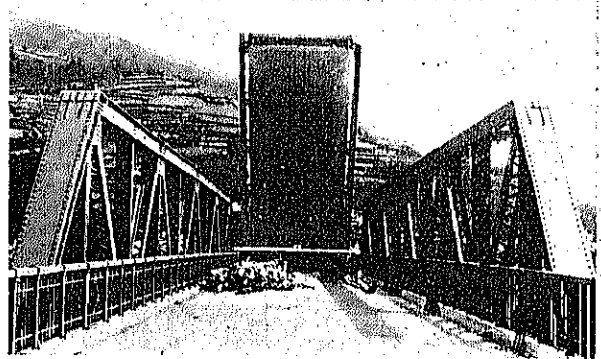
第 16 圖 可動桁木塊鋪設工



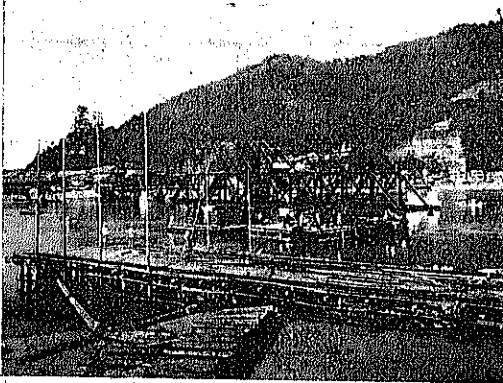
第 17 圖 モーター・ギヤ等据付



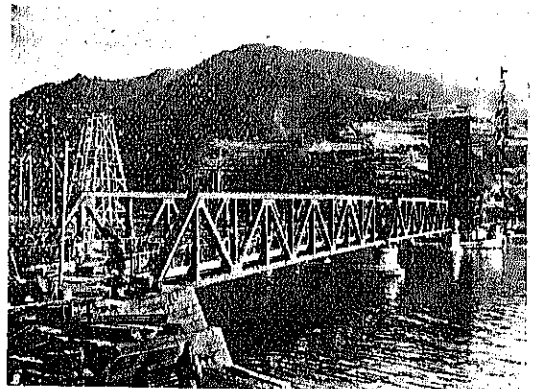
第 18 圖 可動部正面 (45° 上開)



第 19 圖 可動桁を開閉し通船しつゝ最後のトラスを浮船により架設中



第 20 圖 可動桁を開閉し通船しつゝ最後のトラスを浮船により架設中



も河底の變化殆どなく且つ主要濡筋は年最大干潮面以下にても水深約 2.0 m を保つてゐる。河口に近き部分に於ける潮位變化は最高 -0.38 m, 最低 -4.18 m, 干満の差約 3.80 m である。可動及び固定橋部鋼桁は左岸トラス I 連を足場式により架設せるを除き他の 6 徑間は總べて以上の潮差を利用し浮船式架設法により好結果を収めた。固定橋部トラスの架設の詳細に就ては下記を参照せられたい。可動橋部の架設は、可動桁及び對重桁共に橋脚上に 2 叉を建て帆船にて運送せる鋼材を直にポンツーン上にとり組立鉸鉄其の他一切を浮船上にてなし直に潮差を利用して所定徑間に架渡した。塔柱及び平衡桁は對重桁上に坊主丸太を立てウインチに依つて巻上げ組立てた。本上部工事は特に架渡し据付けに精密を要するに就き工事の當初現場及び工場使用の スチールテープの目盛を精確に比較一致せしめ且つ各部の組立据付けには其の都度縦横高さを精密に 整理し細心の注意を拂つた。錆止め其の他塗装工事は架設後に於て本橋の死命を制するものなるにより 慎重施工した。電氣工事は將に絶縁、電線其の他主要部の鹽風による損傷及び今後材料の 取換へ並に修繕工事の 簡便等を考慮し配線取付けを行つた。7 月 15 日試運転を行ひ設計通り好成績を収めた。

4. 管理及び管理費

可動部は愛媛縣長濱大橋開閉部分管理規程に 基き管理し運轉手及び助手各 1 名を常置す。管理費は 1 年を通じ人件費、送電準備料、電力料、電力計損料及び消耗品雜費に對する總計約 2180 圓である。親柱及び中間照明電燈料はこの内に含まれてゐない。

5. 主要材料

上部及び下部に分ち示せば

上部構造

(イ) 固定橋

軟 鋼 313.67 t, 鑄 鋼 8.53 t, 鑄 鐵 31.94 t
 鐵 筋 17.89 t, 鐵筋コンクリート (1:2:4) 180.02 m³, アスファルト・ブロック 1046.38 m²

(ロ) 可動橋

軟 鋼 128.79 t, 鑄 鋼 2.78 t, 鑄 鐵 2.05 t
 鐵 筋 1.70 t, 鐵筋コンクリート (1:2:4) 22.40 m³, 鋼屑コンクリート 26.71 m³
 木塊 (5寸×3寸×2寸) 97.06 m³, 床板 (厚 7.5 cm) 101.49 m²,
 アスファルト・ブロック (240mm×120mm×88mm) 86.56 m² 機械及び電氣部分 一式

下部構造 (橋脚, 橋臺)

軟 鋼 28.41 t, 鐵 筋 59.93 t, 鐵筋コンクリート (1:2:4) 1230.95m³
 底詰コンクリート (1:2:4) 272.26m³, 中詰コンクリート (1:4:8) 520.09m³
 コンクリート (1:3:6) 335.59m³ 石材 (花崗石) 13.46m³, 橋脚保護工 (生松丸太) 一式

6. 工事費

總工事費 281043 圓 (地質調査費, 監督雜費を含む), 内上部工事費 194018 圓である。

7. 其他

工事執行者: 愛媛縣

1) “潮差を利用せる長濱大橋鋼桁の浮船架設法及び其の應用に就て” 本誌第 21 卷第 5 號

計畫設計者：愛媛縣土木課及増田橋梁事務所

工事監督者：技師 武田良一，技手 上野美喜世，高橋忠次，越智由幸

施工方法：請負 工事一式 大阪市 細野組 内 トラス鋼材製作 安藤鐵工所

可動部鋼材及機械製作 大阪鐵工所， 電氣部分製作 明電舎

起工年月：昭和 8 年 11 月， 竣工年月：昭和 10 年 8 月

滿洲國河川測量規定

(本規定は滿洲國國道局にて康德 2 年 5 月 (昭和 10 年 5 月) 制定せられたものである)

河川測量を分ちて平面測量，高低測量及水流測量とす。

第 1 章 測量の區域

第 1 條 測量の區域は計畫に必要な面積を十分に被覆するを要す。

第 2 章 測量機器の整備檢照

第 2 條 測量機器は測量着手前後及其進行中不斷に檢照すべし。

第 3 章 平面測量

平面測量は三角測量經緯測量，細部測量及地形測量より成る。

1. 三角測量

第 3 條 三角測量を細別して大小三角の選點，測角及基線測量とす。

第 4 條 大三角點は測量區域を十分に被覆する様に選定し三角形をなるべく正三角形に近からしめ一つの邊長は 8 km を超へざることに努むべく夾角は 100 度を最大限とし 40 度を最小限とす。

大三角の測角は倍角法により少くも 3 回づつ反覆 4 回の測角をなし其の結果を平均して夾角を定め三角形の内角の和と 180 度との誤差は 20 秒以内たるべくこの誤差は計算の際 3 分して各夾角に分配加減すべし。

第 5 條 小三角點は經緯測量及細部測量の據點として使用するに便宜なる所を選び其の夾角は大三角に準ず，止むを得ざる場合は 120 度以下 30 度以上の範圍に於て設點することを得。

小三角の測角は倍角法により 3 回づつ反覆 4 回の測角をなし其の結果を平均して夾角を定め誤差は 30 秒以内たるべく其の分配は大三角に於けるが如くすべし。

第 6 條 大小三角の測角をなすに當りて同時に磁針の方向を測定すべし。

第 7 條 基線測量は大三角網の兩端適宜の場所に於て施行するは勿論其の中間にありては相互距離 40 km を超へざる範圍に於て適當の所を選び施行すべし。

基線の長さは大三角の邊長に準じ少くも其の 1/10 以上とす。但し 400 m より下らざるものとす。

基線三角網は大三角に準じて之を定め 3 回測定の結果を平均すべし，長等實測長の最大差は平均長の 1/50 000 以内たるべし基線の測定には鋼製卷尺を使用し其の測定長は次の係數により製作時温度攝氏 20 度緊張力零としてそのときの長さに更正すべし。

標準溫度	攝氏 20 度
鋼製卷尺の膨脹係數	攝氏 1 度に付 0.0000 117
鋼製卷尺の彈性係數	毎平方釐に付 2 000 000 kg

鋼製卷尺の斷面積は 10 箇所につきて實測し其の平均値を使用す但し使用の鋼製卷尺に檢定公差及實測係數を表示しあるとき是を用ひて更正すべし。