

2. 十三橋

(文責：橋 一：J F Eエンジニアリング株式会社)

1. 概要

土木学会誌第 18 巻第 9 号（昭和 7 年 9 月）『十三橋工事報告』¹⁾によると、「明治 30 年淀川の改修に伴い明治 42 年に幅員 5.4m 延長 693m の上路式 I 形鋼桁橋が架けられた。その後、大正 14 年に大阪市区域に編入され、十大放射路線の選定されたとき、その一つである大阪池田線の改良と供に改築の機運が高まり、昭和 5 年 1 月に着工し、昭和 7 年 1 月に竣工した。」とある。

松村博著の『大阪の橋』²⁾には、新淀川の開削工事以前の十三橋や江戸時代の十三の渡、さらに遡ること平安時代のその地の歴史について記されている。また、十三橋の渋滞解消を目的に下流約 280m の位置に昭和 42 年 5 月に新十三大橋が完成したことも記されている。現在、新十三大橋の 4 車線は全て北行とし、十三橋は 4 車線のうち 3 車線を南行、1 車線を北行とし、大阪市の重要幹線道路として交通の効率化に貢献している。

歴史のまとめ；1909 年（明治 42 年）初代の十三橋が完成
1932 年（昭和 7 年）**本稿の十三橋**が完成
1967 年（昭和 42 年）新十三大橋が完成

以下、**文献 1)**より主要な事項を掲載する。

(1) 工事関係者

発注者： 大阪府
請負者： （下部工事）株式会社大林組
（上部工事）株式会社飛島組（床版、舗装、高欄など）
（鋼橋組立）株式会社大阪鐵工所
（鋼橋製作）株式会社大阪鐵工所（中津側鈑桁）、株式会社横河橋梁製作所（アーチ 2 連）、汽車製造株式会社（アーチ 3 連）、日本橋梁株式会社（十三側鈑桁）
（塗装工事）鉛粉塗料株式会社

(2) 工期

着工： 昭和 5 年 1 月
竣工： 昭和 7 年 1 月

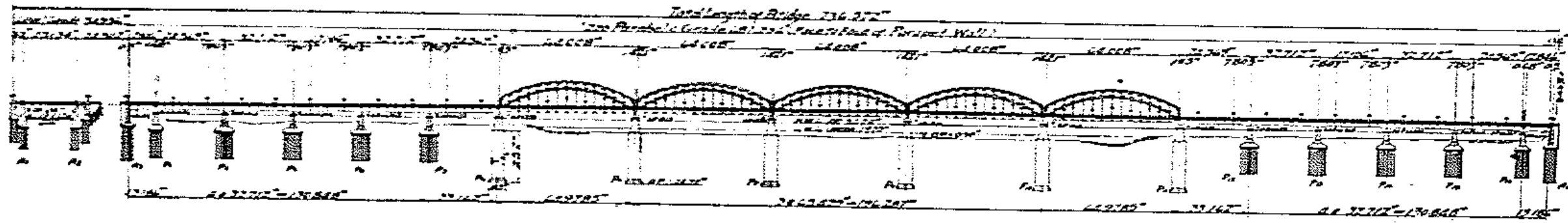
(3) 工費

総額： 1, 969, 315 円
下部工： 749, 069 円
上部工： 910, 755 円
その他： 309, 491 円

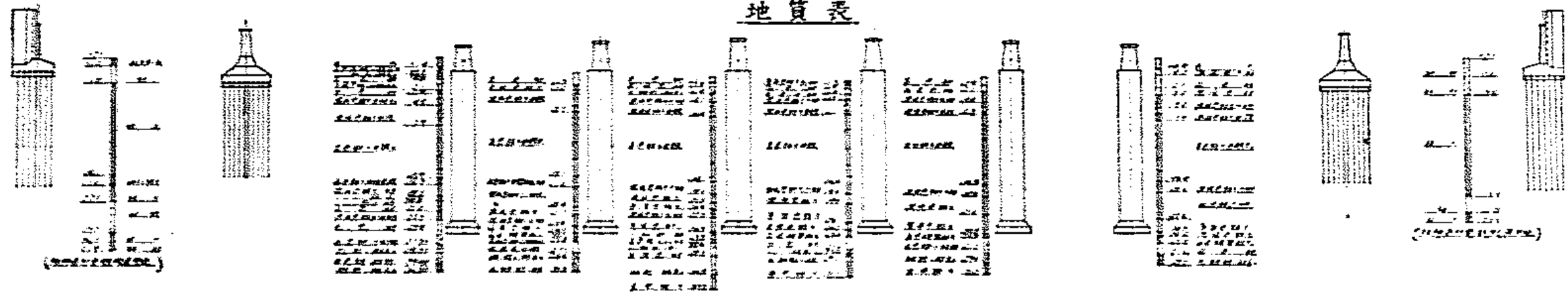
(4) 一般図

図-1に示す。これは、**文献 1)**の複数の一般図より合成したものである。

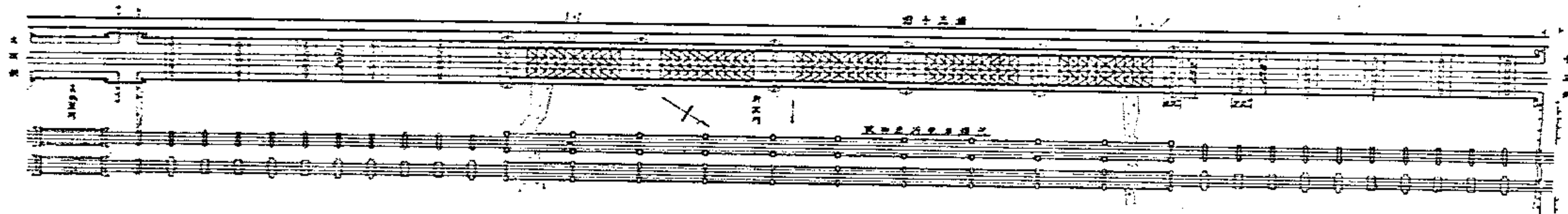
ELEVATION



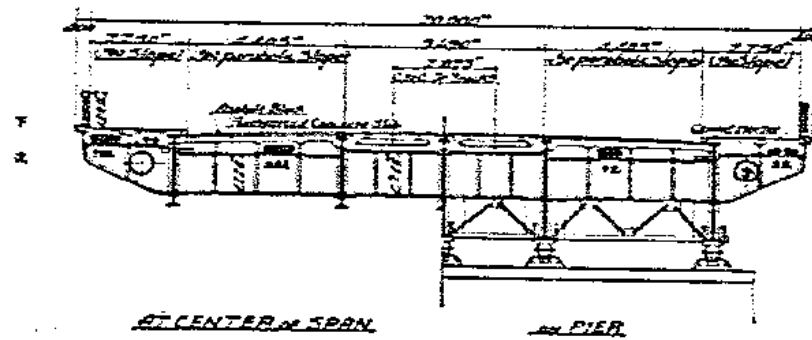
地質表



PLAN



CROSS SECTION OF GIRDER SPAN



CROSS SECTION OF TRUSS SPAN

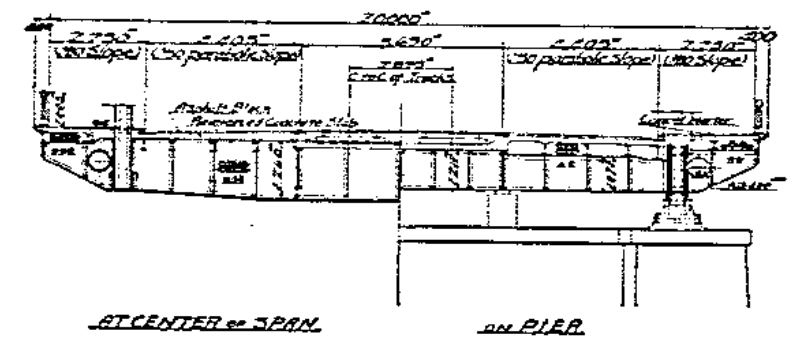


图-1 十三橋一般図

(5) 橋梁形式

形式： ブレースドリブタイドアーチ（支間長64.008m×5連）
ゲルバー式5径間連続桁（(5@32.742m)、2連）
単純桁（支間長12.846m、2連）
単純桁（支間長24.536m、1連）
橋長： 全長 736.572m
十三小橋 25.134m（長柄運河上）
十三大橋 681.236m
有効幅員： 20.0m（歩道2.750m×2＋車道4.405m×2
＋軌道敷5.690m）
荷重： 一等橋（自動車12t、輾圧機14t）
電車荷重（大阪市電車荷重）
床版： 車道部 鉄筋コンクリート15.5cm（配合1：2：4）
歩道部 鉄筋コンクリート10.0cm
舗装： 車道部 アスファルトブロック5.0cm
（アスファルトクッション2.0cm）
歩道部 セメントモルタル 2.5cm
橋台および橋脚上部： 鉄筋コンクリート
基礎： タイドアーチ部 ニューマチックケーソン基礎
桁橋部 杭基礎

(6) 主要材料

砂利： 26,323m³（主に吉野川産）
洗砂： 13,349m³（淀川産）
セメント： 170,130袋
鉄筋： 917.1t（異形鉄筋：Truscon deformed bars）
石材： 241m³（北木産花崗岩）
上部工鋼材： 6,184t（O.H.steel：平炉鋼）

(7) 完成時の写真

文献1)より、写真-1～写真-5に完成時の状況を示す。



写真-1 上流側より全景



写真-2 十三小橋（上流側より）



写真-3 アーチ部正面

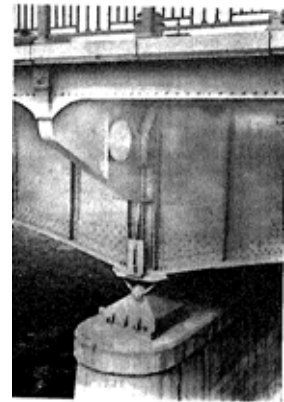


写真-4 桁橋可動沓



写真-5 桁橋固定沓

2. 図面、設計計算書の構成

(1) 計算書の構成

計算書として以下のものが残されている。

- ・ 予算設計々算書（表-1）
- ・ タイドアーチ計算 プレリミナリーノ分 一ヨリ四迄ハ本設計書ニ挿入 ガーダー部撓度計算（表-2）
- ・ 比較設計予算書 人道橋及電車人道併用橋比較設計 電車橋設計及予算（表-3）
- ・ 設計々算書（上部構造工事）（表-4）
- ・ 鋼材材料表（表-5）
- ・ 下部工設計々算書（下部工数量も後半に入っている）（表-6）

上部工の床版⇒床組⇒主構⇒たわみという設計の流れは今と同じである。

設計計算書の冒頭に支間長の決定根拠が記されており、隣接する既設の阪急電鉄（計算書では、阪神急行電気鉄道）の橋脚間隔より決定した、とある。ただし、図-1 から分かるように、径間長は2倍となっている。

タイドアーチ部がトラス部と表現されている箇所が多い。これは、図面についても同じである。アーチがトラスのブレイスドリブになっているためと考えられる。

表-1 予算設計々算書の構成

	枚数	ページ番号
表紙	1	
連続桁の一般図	2	P1
床版の概略設計	1.5	P3
桁橋の概略設計	6.5	P4
タイドアーチ部の設計 床組の概略設計	2	P11
タイドアーチの設計	2	P13
桁橋部橋脚の設計	3	P15
タイドアーチ部橋脚の概算設計（ケーソン）	3	P18
タイドアーチ部橋脚の概算設計（杭基礎）	4	P21
タイドアーチ部橋脚の概算設計（ケーソン）	2	P25
単純桁（支間長24.534m）主桁の設計の旧版	8	P18～P25
連続桁主桁設計の旧版	1	P53
単純桁（支間長13.55m）設計の旧版	8	P64～P71
合計	44	

表-2 タイドアーチ計算書およびガーダー部撓度計算の構成

	枚数	ページ番号
表紙	1	
タイドアーチの断面力	10	P4～P13
連続桁のたわみ	18	P1～P18
連続桁のたわみ	3	P19～P21
合計	32	

表-3 比較設計予算書（人道橋及電車人道併用橋比較設計 電車橋設計及予算）の構成

	枚数	ページ番号
表紙	1	
単純桁（支間長24.534m）主桁の比較（13.5%減）	4	P1
タイドアーチ部の比較（13.6%減）	6.5	P5～P11
比較	2.5	P11～P13
鉄道専用橋	1	P14
合計	15	

表-4 設計々算書（上部構造工事）の構成

	枚数	ページ番号
表紙	1	
設計条件	4	P1
床版の設計	3	P5
床組の設計	8	P8
主桁の下横構	1.5	P16
単純桁（支間長24.534m）主桁の設計	8.5	P17
連続桁主桁の設計	37.5	P26
連続桁横構の設計	3	P63
単純桁（支間長12.844m）の設計	8.5	P66
タイドアーチ部の設計 床組断面	1	P75
タイドアーチ部の設計 縦桁の設計	5.5	P76
タイドアーチ部の設計 中間横桁の設計	3.5	P81
タイドアーチ部の設計 端横桁の設計	3	P85
タイドアーチ部の設計 支承反力と設計荷重	1	P88
タイドアーチ部の設計 下横構の設計	2	P89
タイドアーチの設計	30	P91
タイドアーチ横構の設計	1	P117
タイドアーチの概算設計	2	P118
タイドアーチのたわみ	1	P120
合計	125	

表-5 鋼材材料表

	枚数	ページ番号
表紙	1	
桁橋部	59	P121
トラス部	30	P179
その他数量	23	P209～P231
合計	113	

表-6 下部工設計々算書の構成

	枚数	ページ番号
表紙	1	
（橋台の設計）荷重条件	2	PA1
橋脚P2～P5とP12～P15の設計	6	PA3
橋脚P1とP16の設計	3	PA9
橋台A3とA4の設計	10	PA12
橋台A1とA2の設計	35	PA22
橋脚P7～P10の設計（基礎はニューマチックケーソン）	10	PA57
橋脚P6とP11の設計（基礎はニューマチックケーソン）	4	PA67
材料計算	21	PA71～PA91
合計	92	

表-7 図面の構成

	枚数	図面番号
一般図（側面図、平面図）；北側半分	1	P1
長柄運河橋一般図（側面図、平面図）	2	P2, P2A
断面図	1	P3
橋台詳細図（長柄運河橋A1, A2）	2	P4, P5
桁橋橋脚詳細図（橋脚1-16-2-3-4-5-12-13-14-15）	1	P6
橋台詳細図（新淀川部橋台A3）	1	P7
トラス部橋脚（橋脚6-7-8-9-10-11）	1	P8
ニューマチックケーソン詳細図（橋脚6-7-8-9-10-11）	1	P9
ニューマチックケーソン函気室の鋼製枠	1	P10
橋台詳細図（新淀川部橋台A4）	1	P11
桁橋部の床版詳細図（1）～（4）	4	P12～P15
桁橋部の床組み部材番号図	1	P16
桁橋部の横桁及び縦桁詳細図	1	P17
桁橋部の横桁詳細図（II）	1	P18
桁橋部の縦桁詳細図（I）	1	P19
桁橋部の縦桁詳細図（II）及び支承とロッカー査	1	P20
桁橋部の主桁詳細図（1）～（9）	9	P21～P29
桁橋部の横構詳細図及び支承	1	P30
桁橋部の横構詳細図（II）、（III）	2	P31, P32
トラス部伸縮装置詳細図	1	P33
トラス部のアーチ部応力図	1	P34
トラス部の部材番号図	1	P35
トラス部の横桁詳細図	1	P36
トラス部の横桁及び縦桁詳細図	1	P37
トラス部の縦桁詳細図	1	P38
トラス部のトラス詳細図（1）～（3）	3	P39～P41
トラス部のトラス斜材詳細図	1	P42
トラス部の吊材詳細図（1）	1	P43
トラス部の吊材及び鉛直材詳細図	1	P44
トラス部のタイ材詳細図	1	P45
トラス部の下横構詳細図	1	P46
トラス部の橋門構詳細図	1	P47
トラス部のアーチ対傾構詳細図	1	P48
トラス部のアーチ上横構縦桁詳細図	1	P49
トラス部のアーチ上横構詳細図	1	P50
トラス部の支承及び伸縮装置詳細図	1	P51
高欄詳細図（1）	1	P52
高欄及び照明柱詳細図	1	P53
照明台座詳細図 PD1	1	P54
橋詰高欄及び照明台座詳細図 PD2	1	P55
トラス部入り口照明台座詳細図 PD3	1	P56
トラス部入り口待避所詳細図	1	P57
トラス部と桁橋の境界部伸縮装置詳細図 EJ5, EJ8	1	P58
ニューマチックケーソンの作業用シャフト詳細図	1	番外 1
橋詰の装飾詳細図 A3, A4	1	番外 2
コンクリートプラント（1）,（2）	2	施工図
ランドケーソン一般図	1	施工図
リバーケーソン一般図	1	施工図
ケーソンの沈下曲線	2	施工図
潜函工事作業機台	1	施工図
木曽川橋 橋脚詳細図 P7, P8（ニューマチックケーソン）	1	参考図
潜函気圧増減率表	1	施工図
圧搾空気潜函工事作業状況図	1	施工図
圧搾空気潜函沈下作業見取図	1	施工図
エアロック	1	施工図
穀物貯蔵塔	1	関係不明
デリック組立図	1	施工図
合計	75	

(2) 図面の構成

図面は、表-7 に示すように、構造物設計図と施工図、参考図からなっている。

この中で、木曽川橋のケーソン図と穀物貯蔵塔図があり、前者は参考図として使われ、後者は十三橋とは無関係で紛れ込んだものと考えられる。また、残念ながら、一般図が右半分（北側）だけしか保管されていない。そのため、図-1 は文献 1) の複数の一般図からの合成したものである。

(3) 準拠基準

・道路構造に関する細則（大正 15 年）³⁾

ここには、道路構造（線形、縦横断勾配、幅員等）と死荷重の単位重量、活荷重（群集荷重、自動車輪荷重、輾圧機輪荷重、軌道車両荷重等）、衝撃荷重、風荷重、制動荷重、高欄荷重、温度荷重、地震荷重の強度等が規定されている。輪荷重については、載荷幅と版の有効幅の計算方法等が示されている。さらに、鋼材とコンクリートの許容応力等が規定されている。

また、部材の規定として、

- 圧縮材の最大細長比は 120（横構は 150）
- 圧縮フランジの（最大固定間距離／突出幅）＝40
- 引張材の最大細長比は 200
- コンクリート圧縮部材の最大細長比は 50

等がある。

応力計算の規定として、

- 交番応力、相反応力の計算法
- 直応力と曲げ応力の加算
- 中間に支持格点がある連続部材の場合は、格点間を単純桁とした曲げ応力の 3/4 を直応力に加算

等が示されている。

荷重の組合せと許容応力度の割増し係数は

- 死荷重+活荷重+衝撃：無し
- 死荷重+活荷重+衝撃＋（風 or 制動 or 温度変化）：0.25
- 死荷重+地震：0.6

等としている。

(4) 設計方法

1) 活荷重

十三橋は一等橋であり、車道には図-2 に示すような 12 t のトラック、または 14 t のロードローラーとそれらの回りに等分布荷重が載せられるが、トラックが横方向に可能な限り並べるのに対してロードローラーは 1 台だけのため、床版を除く桁の設計計算ではトラックだけが考慮されている。

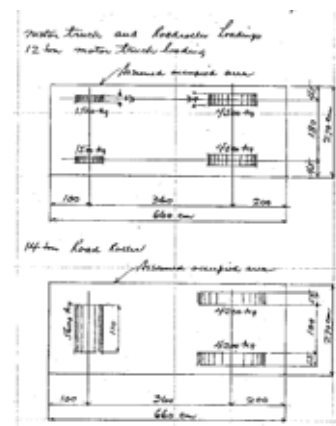


図-2 自動車荷重

桁橋部では輪荷重が実載荷（タイヤ間隔毎に集中荷重）されているが、タイドアーチ部では、死荷重も含め吊り材位置に格点荷重として与えており、等分布に近似した荷重による格点荷重と、そこから突出した集中荷重による格点荷重の足し合わせの形にされている。B活荷重が導入されるまでは、L荷重が分布荷重と一つの集中荷重で与えられていたが、その発想の源流のように思える。また、路面電車は、計算の簡略のため、等分布に一度置き換えて格点荷重として与えられている。（図-3）

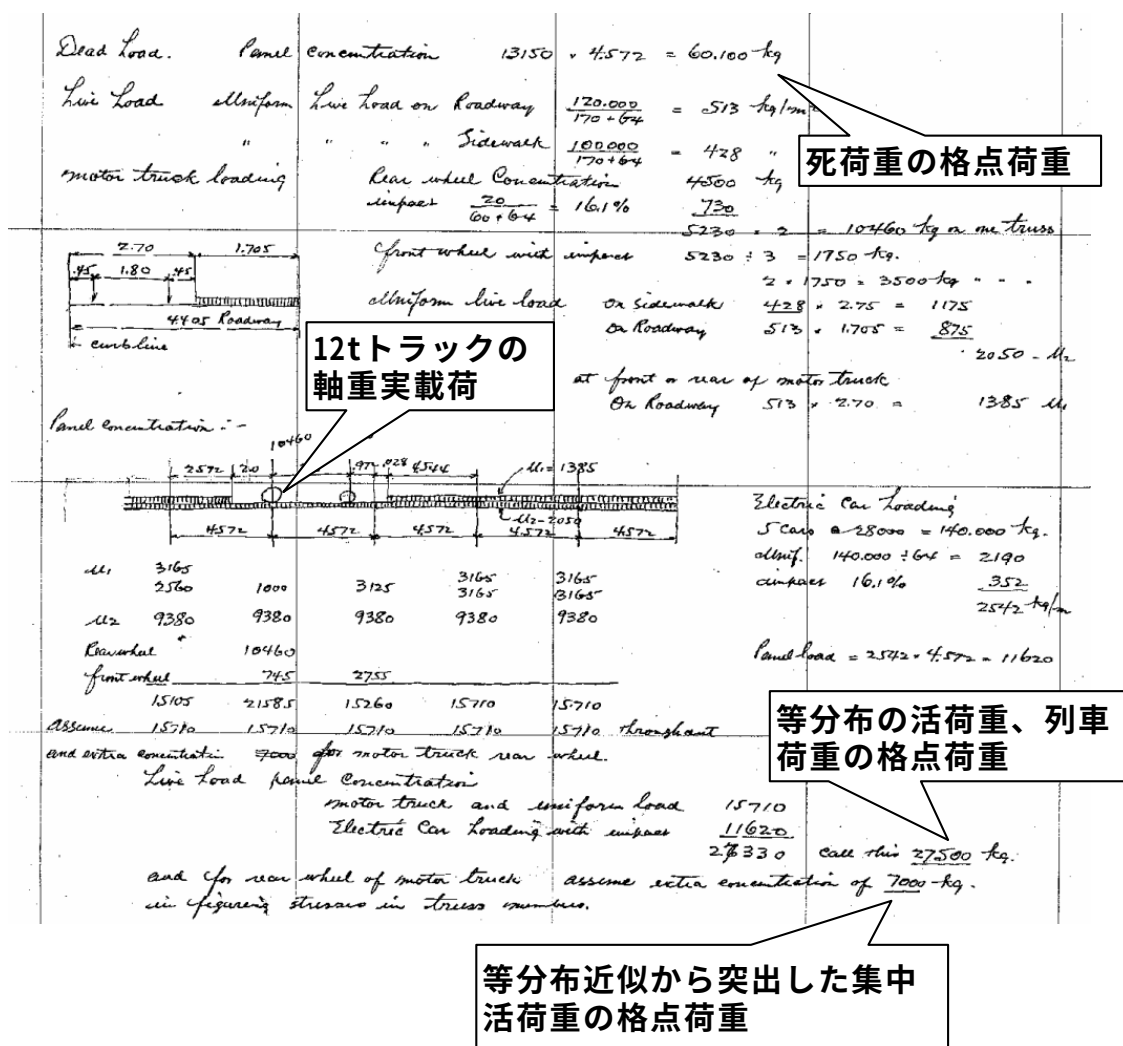


図-3 タイドアーチ部の格点荷重の計算

2) 床版の設計

断面力は、文献 3) に示された有効幅を持つ単純版として計算されている。応力計算は鉄筋比が使われており、単鉄筋の鉄筋表を用いているものと思われる。かぶり（鉄筋中心まで）がわずかに 2cm としているのが驚きである。

今日の床版の設計では、せん断力は無視しているが、図-4 に示すように、曲げに伴うせん断力に対して鉄筋とコンクリートの付着が許容応力度以内であることを照査している。また、曲げ応力度によって決まる鉄筋量が付着応力で不足する場合、圧縮側にも鉄筋を補充する方法がとられているようだ。

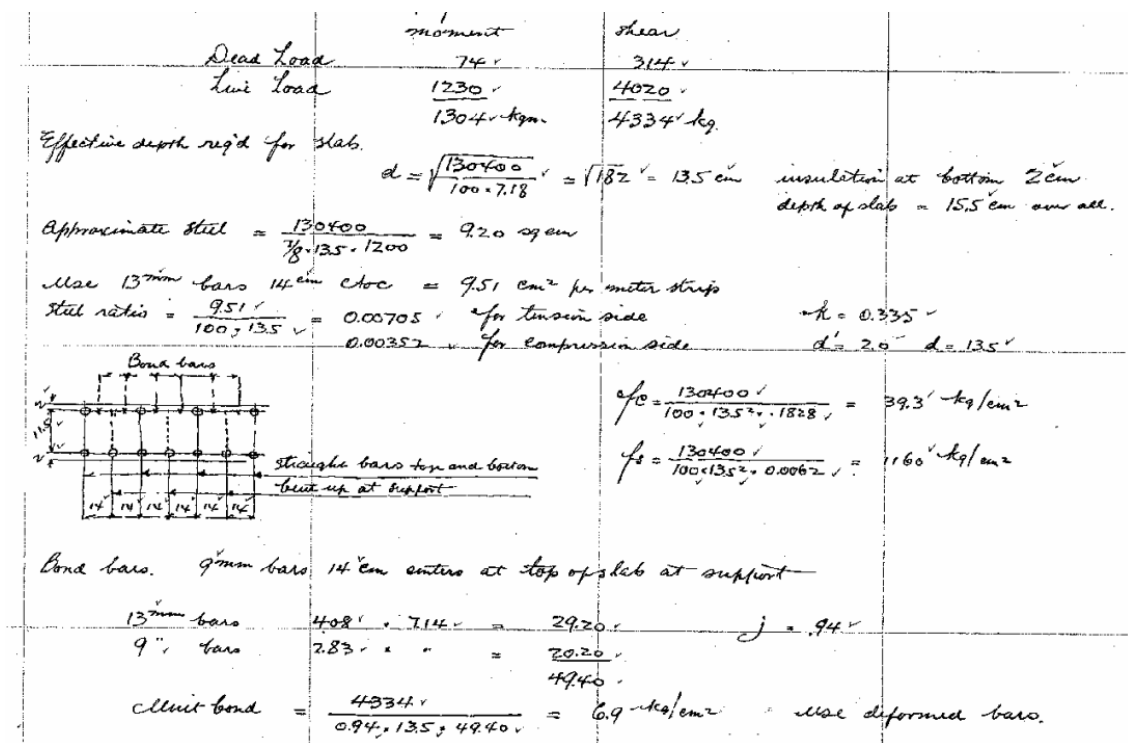


図-4 床版の配筋計算例

3) 鋼部材の設計

荷重や許容応力度等は、概ね文献3)に従っている。

単純桁部、ゲルバー桁部に分配横桁は無く、全て独立した梁として計算されている。縦桁は単純桁として設計されており、ウェブ部だけリベット継手で連続させ、フランジには継手が無い。ブラケットは張出し梁であるため主桁部でフランジの継手が必要であるが、横桁との連結計算がされておらず、図面では図-5に示すように、上部の引張部は連結板で力を伝達しているが、下部の圧縮部は連結板が無く、支圧で力を伝達しているものと思われる。

桁橋部およびアーチ部の設計において、継手部の添接板やリベットの設計が見当たらない。次に述べる横構ではリベット計算が見られるが、それら以外の継手の作図情報がどこで決められているのか不明である。材料計算書でも、桁単位でリベット本数が集計されているが、個々の鋼板や形鋼が1品ずつ集計されているにもかかわらず、リベットについては集計の過程は分からない。また数値は10の位で丸められている。

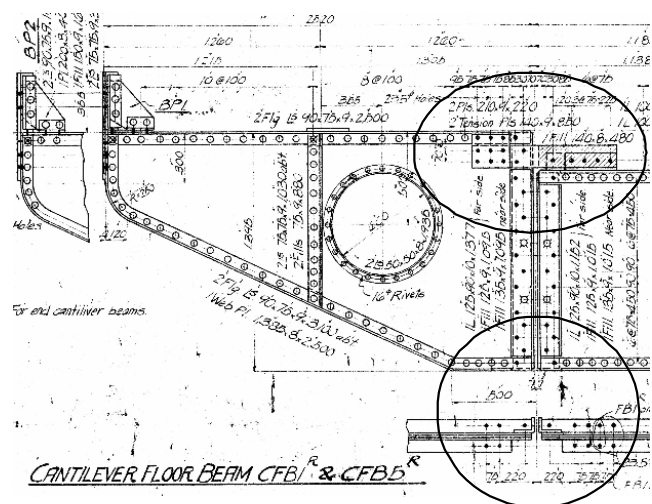


図-5 床組の張出しブラケット部

部材軸力を『Stress』と表記されているのが奇異な感じを受ける。応力度は『Unit stress』や『Unit fiber stress』が用いられている。横構は×形状であるため引張材として設計と記されており、許容応力度は、**文献 3)**の引張材の許容応力度 $1200\text{kg}/\text{cm}^2$ を 1.8 倍して $2160\text{kg}/\text{cm}^2$ としている。

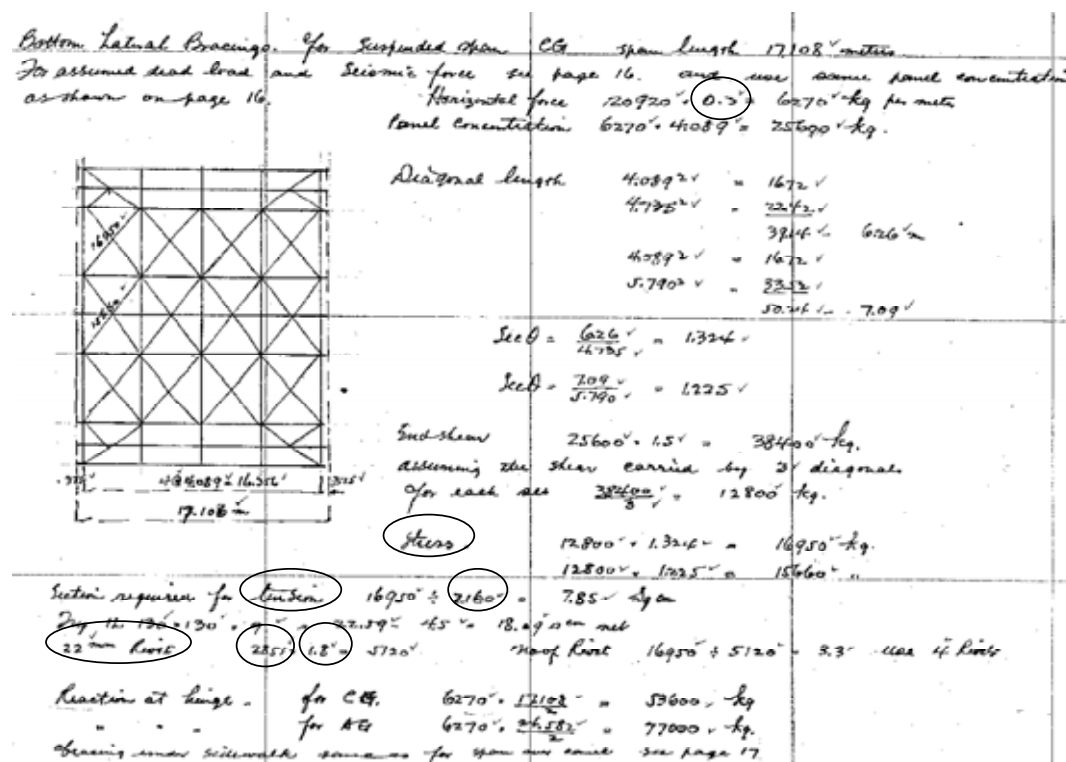


図-6 桁橋吊桁部横構の設計例

タイドアーチ部は、タイ材の軸力を不静定力とすることにより、トラスアーチを静定トラスとして計算している。吊材の格点に作用する単位鉛直荷重に対する影響線は、断面法を用いて計算されている。断面法におけるモーメント中心点に対する幾何学的数式を図-7に示す。これらから、静定トラスにおける吊材の格点に作用する単位鉛直荷重毎とタイ材の単位軸力に対する各部材軸力を求めている。部材軸力と仮定した各部材断面積を用いて可動支承の水平変位を仮想変位の原理に従って求め、タイ材の伸びとの釣り合いから、吊材の格点に作用する単位鉛直荷重に対するタイ材の軸力を求めている。そして、静定トラスの影響線にタイ材の軸力による値を足し合わせてタイドアーチとしての各部材の影響線を作成している。図-8に、そうして求められた設計部材軸力図を示す。ここで、各数値の単位はkgで、末尾の『C』と『T』はそれぞれ圧縮力と引張力を示している。以上の計算の過程では、特に簡易的な工夫はされておらず、こまめに計算が行われている。

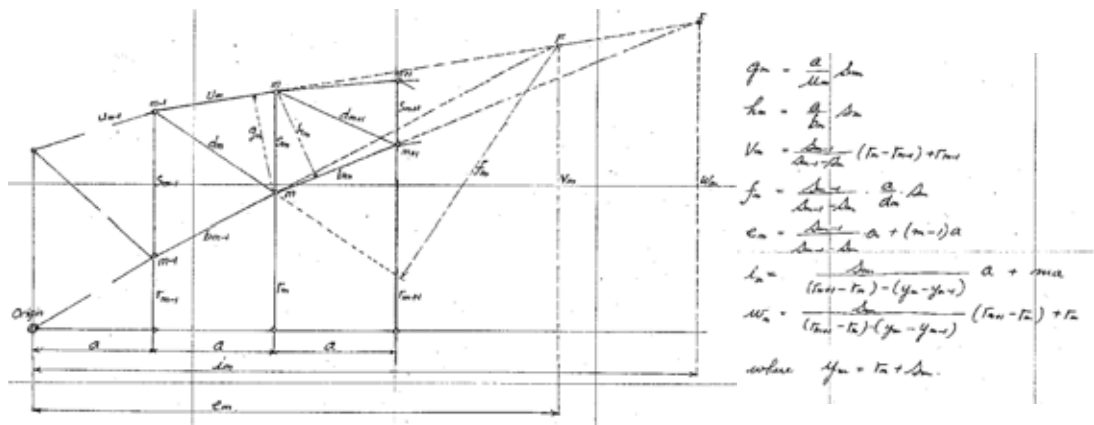


図-7 静定トラスの軸力計算のための幾何学的数式

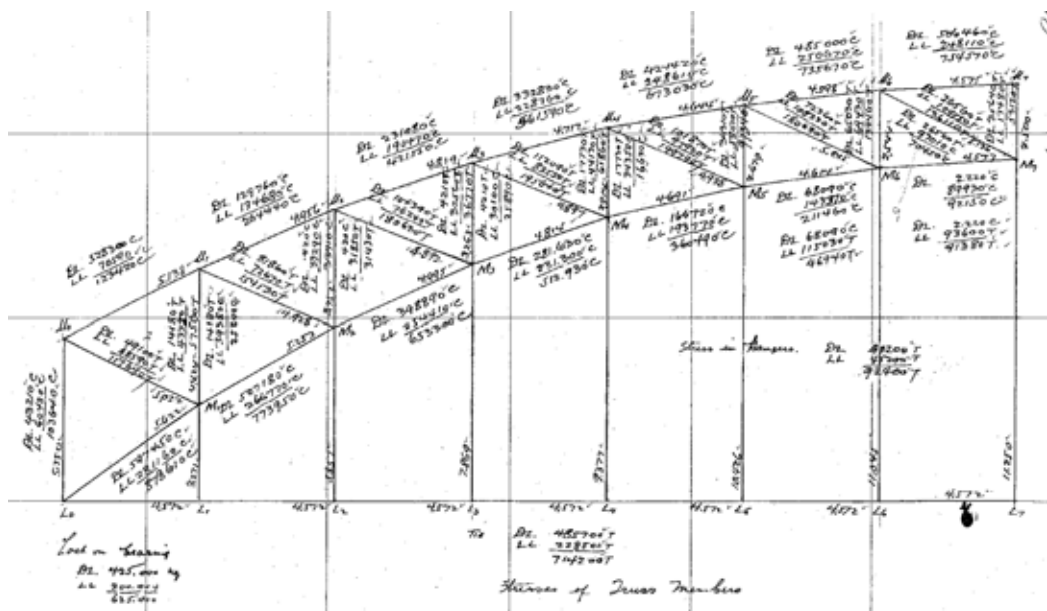


図-8 アーチ主構の部材軸力

一方、予備設計においては、2 ヒンジアーチに対する等分布活荷重全載時の水平反力を求め、水平反力に係数 (0.965) を掛けてタイ材軸力を算定し、タイ材軸力の影響線は、予め用意された全載時に対する比率を用いて算定している。(図-9)

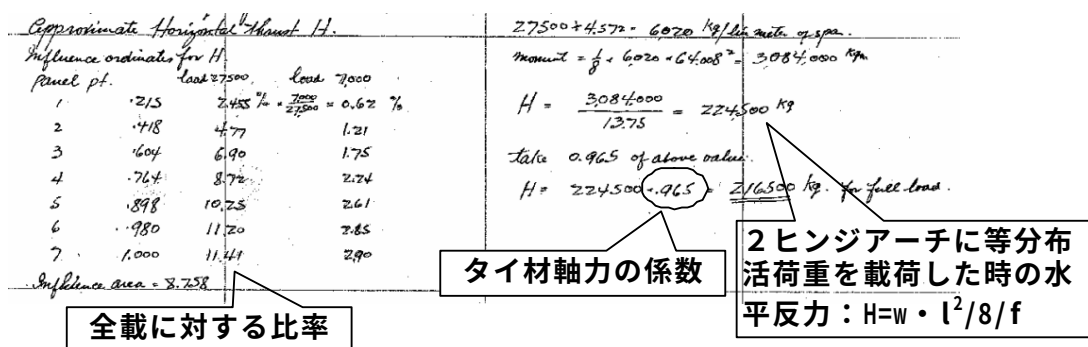


図-9 予備設計のタイ材軸力の影響線

各部材断面力（軸力）は、荷重範囲のタイ材軸力影響線合計と反力を用いて、断面法によって算定されている。（図-10）この荷重範囲（各部材の影響線）や影響線の比率、タイ材軸力の係数の根拠等は示されていないが、過去の設計例を参考にしていると思われる。

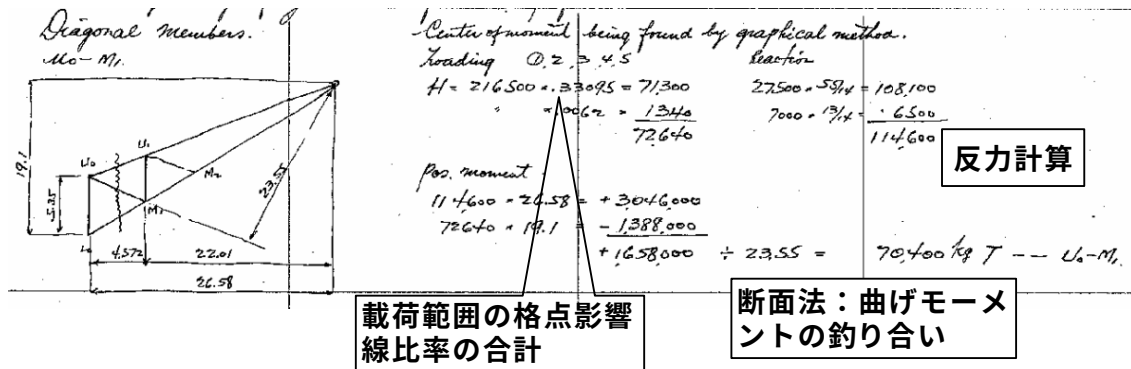


図-10 断面力（軸力）計算例

トラス材の断面照査例を図-11に示す。上段は非対称の A-A 断面回りの断面一次モーメントから中立軸を求め、中段で A-A 回りの断面二次モーメントを計算している。許容圧縮応力度は文献 3)に従っている。ただし、応力照査の形をとらず、必要断面積との対比を行うという表現をとっている。

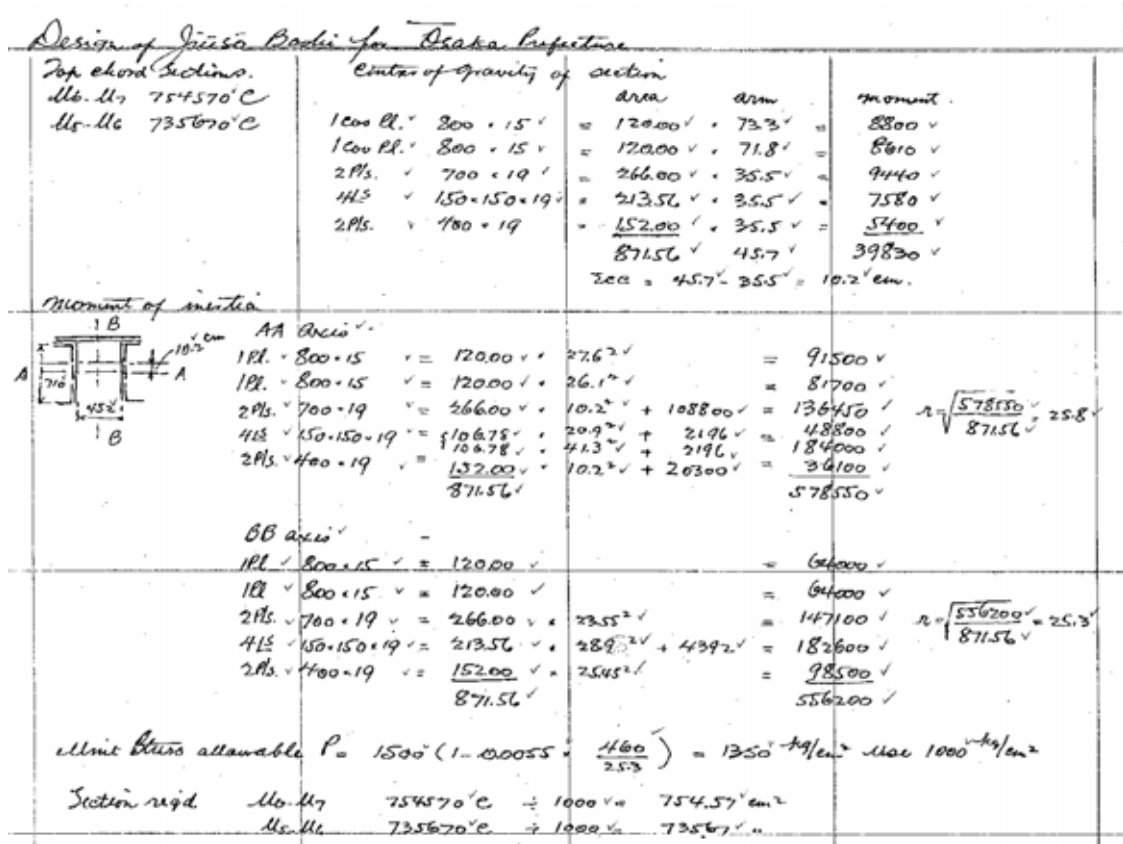


図-11 上弦材 U6-U7, U5-U6 の断面照査例

床組みの横桁はタイ材で支持された単純桁として設計されている。張出しブラケット部は桁橋部と同様に設計されている。下横構は、桁橋と同様に地震荷重（震度 0.3）に対して設計されている。

図-12 に上横構の設計例を示す。上横構の風荷重は、風上側 $140\text{kg/m}^2 \times 2.5\text{m} = 350\text{kg/m}$ 、風下側は風上側の $1/2$ の 175kg/m としている。風を受ける面の高さ 2.5m の根拠は示されておらず、『say』（とする。）と記されている。許容圧縮応力度は文献 3) に従っているが、死荷重との組合せ時の割増し係数 0.25 は適用されていない。

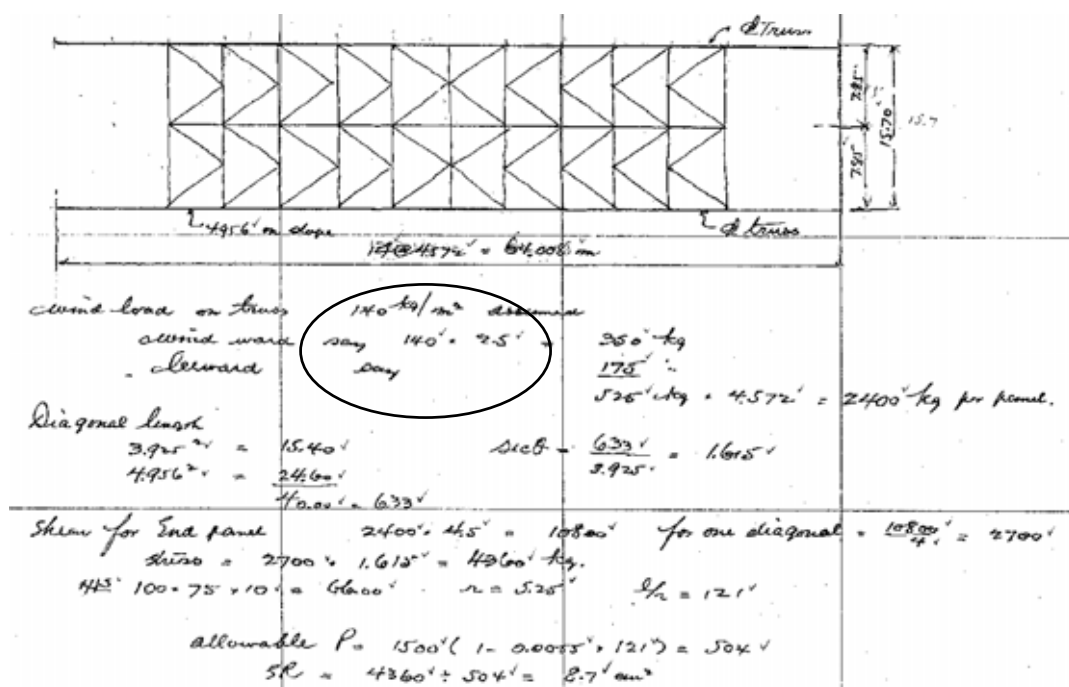


図-12 上横構の設計

橋門構は、図-13 に示す 4 つの力の流れを

- $U2 \Rightarrow U1 \Rightarrow U0 \Rightarrow L0$: 9.76%
- $M2 \Rightarrow L2$: 24.04%
- $M2 \Rightarrow M1 \Rightarrow L0$: 49.40%
- $M2 \Rightarrow M1 \Rightarrow L1$: 16.80%

に分けて設計されている。力の分担はラーメンの剛比 (I/h^3) が用いられており、 h は累加長を、 I はその平均断面二次モーメントとしている。部材の設計においては、トラス材等に加算される風荷重応力が座屈を考慮した許容圧縮応力度 1000kg/cm^2 の 0.25 である 250kg/cm^2 以下であることを照査しており、ここでは死荷重との組合せ時の割増し係数が考慮されている。

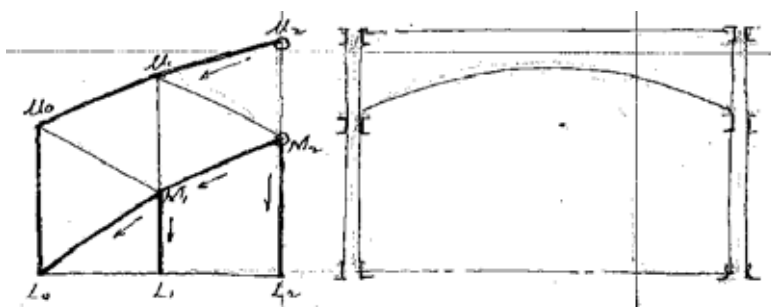


図-13 橋門構の力の流れ

桁橋部の A1-A2 の単純桁（十三小橋）と A3-P1 および P16-A4 の単純桁において修正設計が行われている。変更箇所は、**図-14** および **図-15** に示すように、支間長である。両者共、桁端張出し長や遊間等に、当初、考え違いがあったものと考えられる。

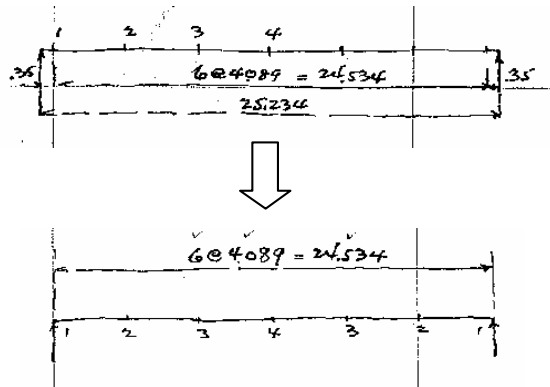


図-14 A1-A2 桁の支間長変更

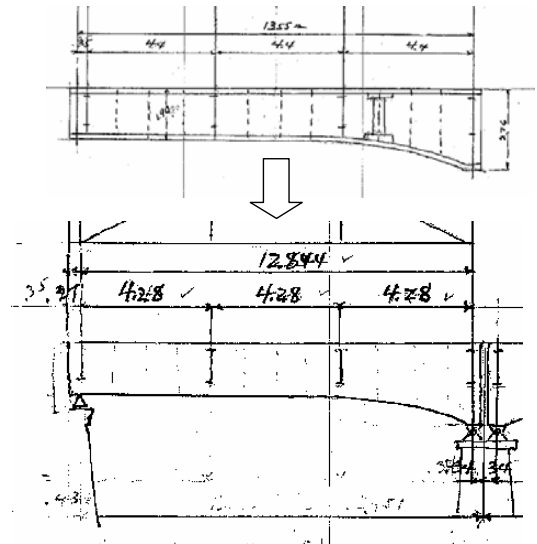


図-15 A3-P1(P16-A4)桁の支間長変更

(5) 参考資料

文献 1)に以下の資料があり、施工の手順についても詳しく記述されているため、非常に参考になる。

- ・ 完成時の写真：7 枚（**写真-1**～**写真-5** に一部を示す。）
- ・ 施工時の写真：6 枚（**写真-6**～**写真-10** に一部を示す。）
- ・ 当時の地図：2 枚
- ・ 全体一般図：2 枚（**図-1** はそれらを合作したもの）
- ・ タイドアーチの寸法表と部材断面表：2 枚
- ・ 橋脚一般図：6 枚
- ・ 伸縮装置図：2 枚
- ・ 支承図：2 枚
- ・ 架設図：3 枚

3. 図面の表現方法

(1) 図番 3：橋梁断面図

図-16 に示すように、タイドアーチの端横桁は縦桁部を支承で受けている。端部の床版補強が目的と考えられる。

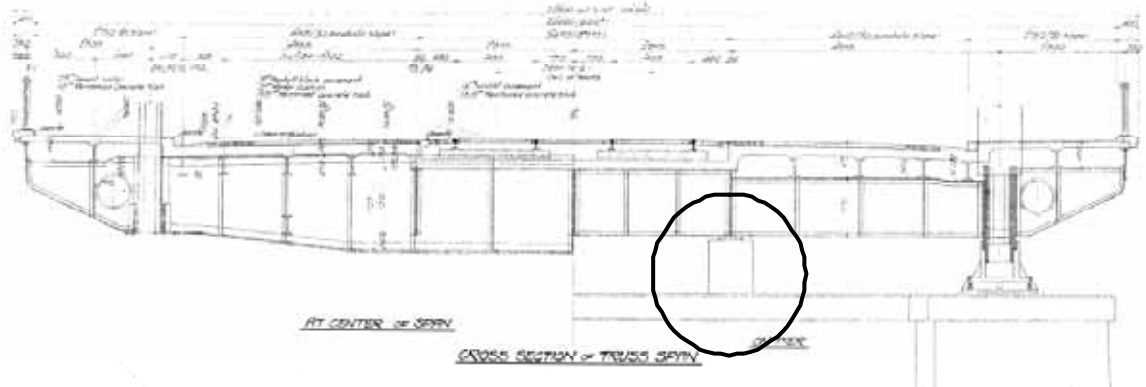


図-16 タイドアーチ部の桁端

(2) 図番 4：運河部橋台と運河擁壁の詳細図

下部工の配筋図には、図-17 に示すように、適用欄 (Remarks) があり、鉄筋の加工形状や配置場所が描かれている。他の下部工図も同じであるが、図-18 に示すように、床版図には Remarks が無く、加工形状も表示されていない。現在では加工筋図を詳細設計の中に表示しているが、当時は、別途、施工業者が作成したものと思われる。

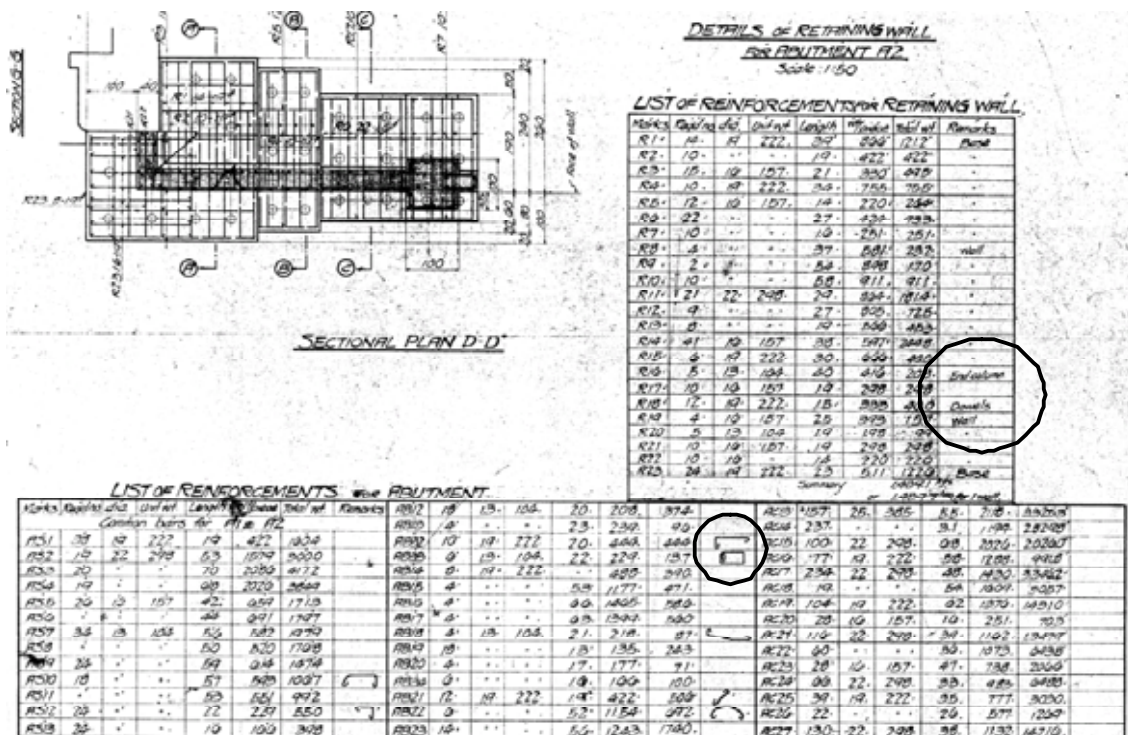


図-17 下部工の配筋図例

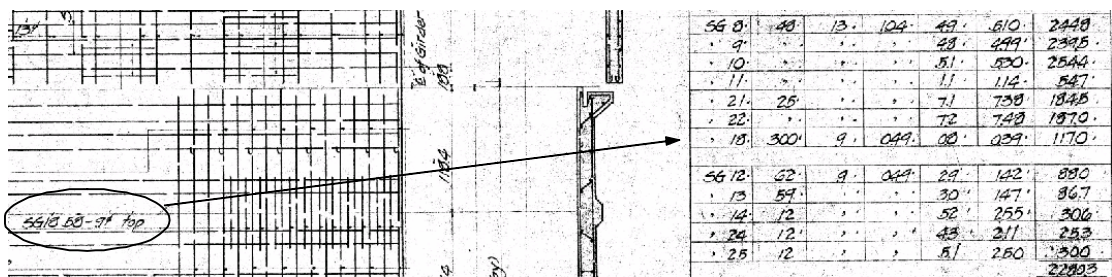
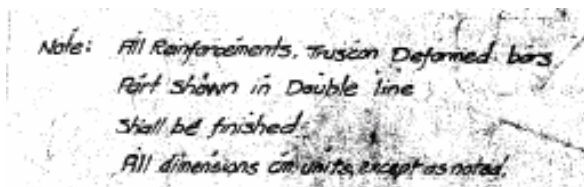


図-18 床版の配筋図例（図番 13：床版詳細図（2））

鉄筋は丸鋼のφ（直径）表示であるが、図-19 に示す注意書きに Truscon 社製の異形鉄筋を使用することとある。（他の下部工、床版も同じ。）Truscon 社はドイツ発祥のアメリカの鉄鋼会社と推定される。



：鉄筋は Truscon 社製の異形鉄筋とする。
：二重線部は仕上げなければならない。
：特記無き単位は c m とする。

図-19 配筋図の注記例

(3) 図番 6：桁橋の橋脚詳細図（1,16,2-3-4-5,12-13-14-15）

図-20 に示すように、以下のような日本語の注書きが見られる。

- ・橋脚天端：混凝土（コンクリート）表面鑑仕上
- ・杭：米松杭 末口 10 “ 長 50 ‘ 0 ” (25.4cm 角で長さ 15m)

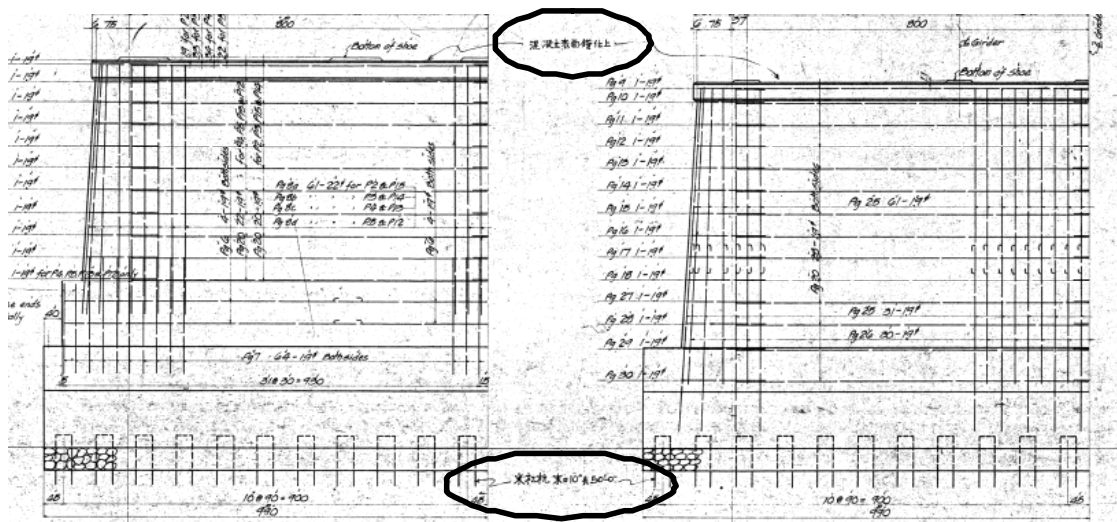


図-20 下部工に表示された日本語の注記例

(4) 図番9：ニューマチックケーソンの詳細図

図-21 に示すように、昭和4年11月に変更と日本語で書かれている。下部工設計算書において、当初7月上旬に完了したものを8月に修正設計されており、数量計算書の修正時期11月と一致している。基礎の深さの変更によるものと考えられる。

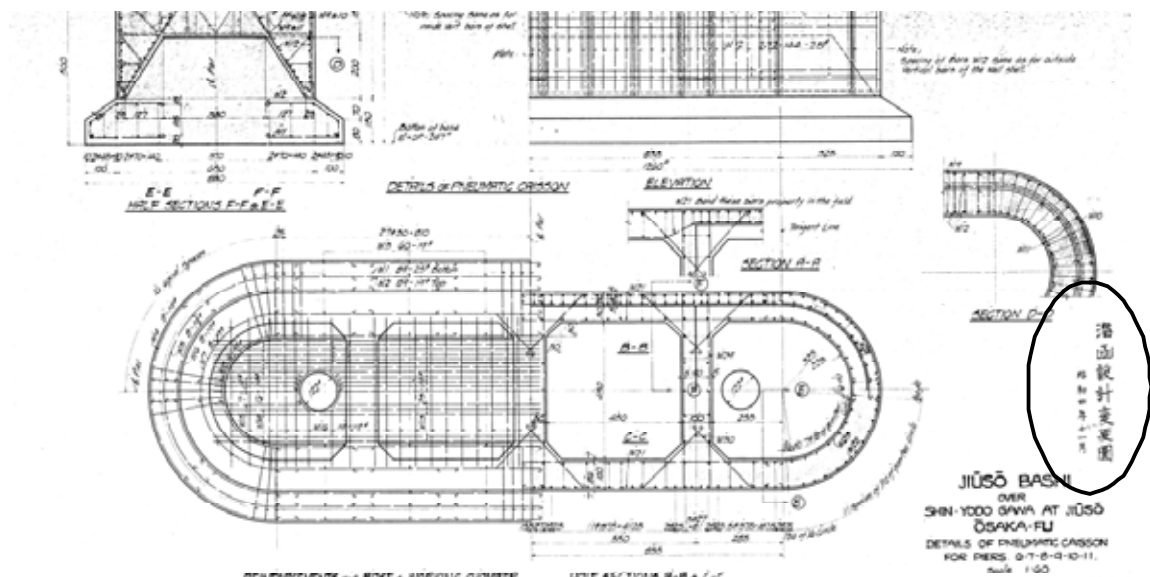


図-21 ニューマチックケーソンの変更表示

(5) 図番10：ニューマチックケーソン作業室の鋼製枠

図-22 に示すように、数量表にリベットの頭重量があるが、径と本数は不明である。

2	2.3	144	Anchor bolts	25 ⁸	2 Nuts	1.770	@ 08	9792
2	0.9	144	IS	125	75x10	140		300.6
7	4.9							1,279.8
	180.1							
	x 4							
	720.4							
	Reqd							
6	27.3							
Weight of Rivet heads = 1.434								42165 kgms
								43599 kgms

図-22 リベットの数量表記例

図-23 に示すように、リベットとともに 25φ のボルト（2 ナット、26.5φ 孔）が使われている。

リベットの白丸と黒丸の使い分けの説明が無いが、図-24 に示す土木製図基準⁴⁾と同じと思われる。

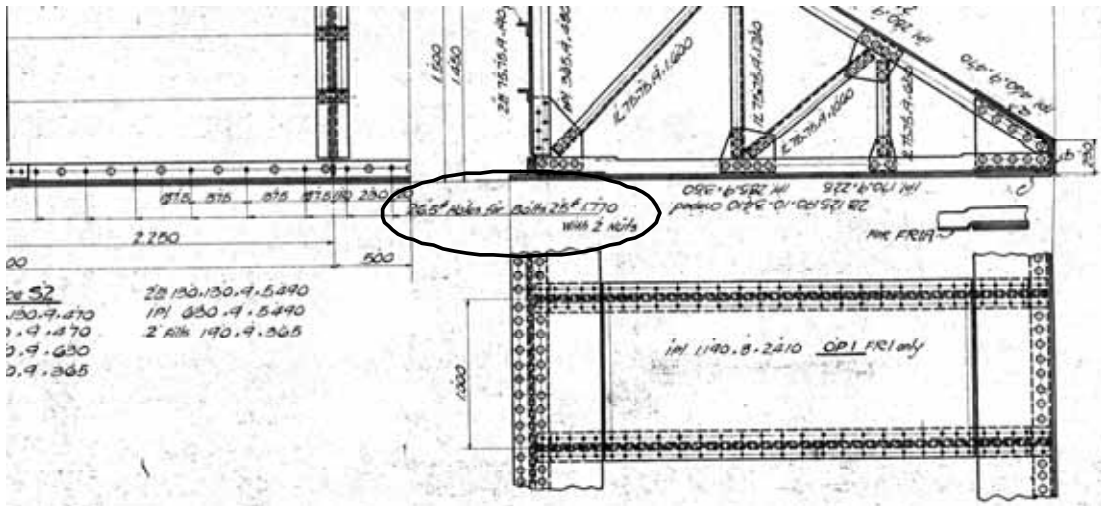


図-23 リベット、ボルトの表記例

2.6.1 リベット記号 リベットの記号は（図 2.4）のように表わすものとする。

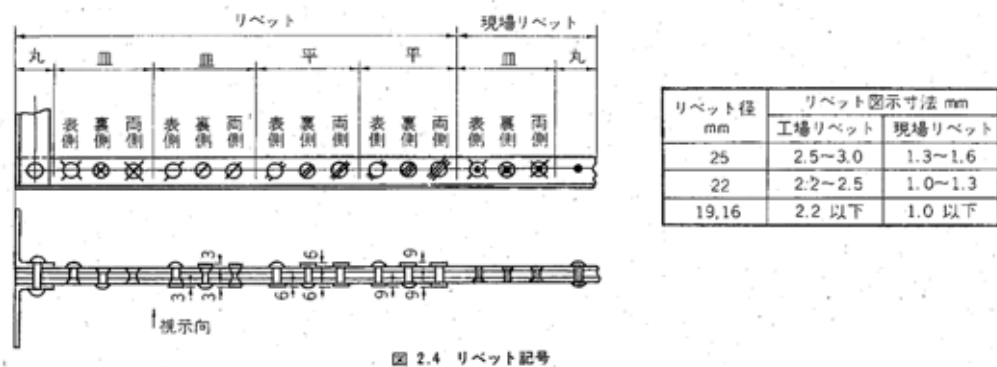


図-24 土木製図基準（1967 年版のリベット表示）⁴⁾

図-25 に示すように、ガセット 2 枚に「上、下」のコメントが入っており、両面あることの注意を喚起したものである。

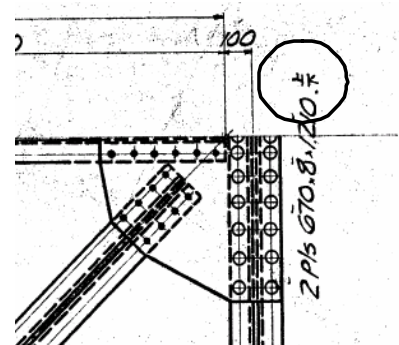


図-25 日本語の注記例

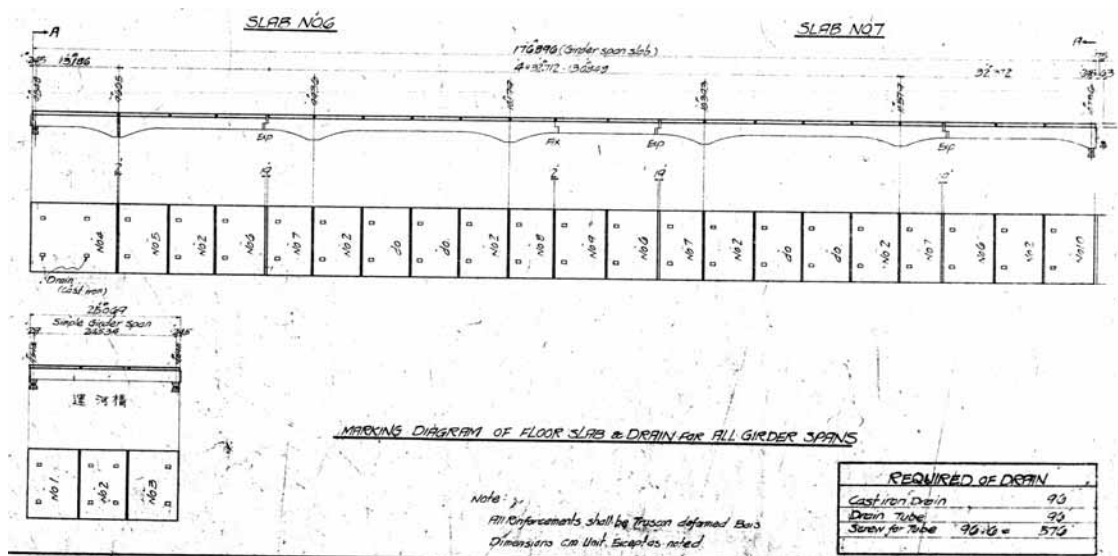


図-29 床版の目地と排水桝の配置

(10) 図番 15 : (トラス区間) 床版詳細図 (4)

図-30 は、タイドアーチ部の床版コンクリートの目地と排水桝の位置を示している。

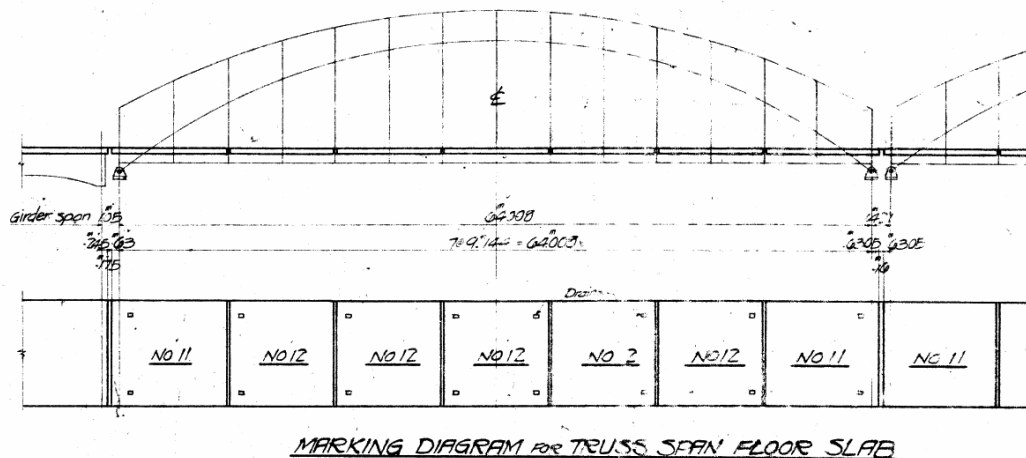


図-30 タイドアーチ部床版の目地と排水桝の配置

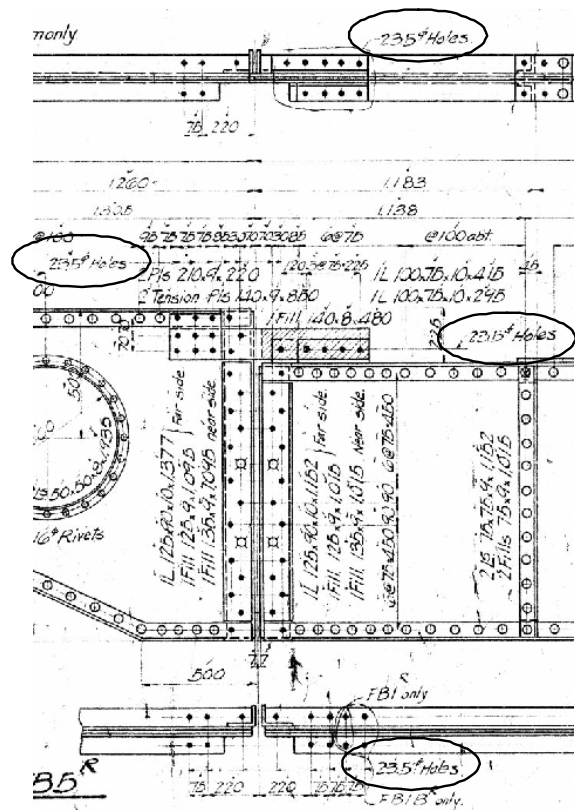
(11) 図番 17 ~ 20 : 横桁及び縦桁詳細図

図-31 に、鋼部材の注記を示す。平炉材の指定は、その後の昭和 15 年 (1940 年) の鋼道路橋設計示方書⁵⁾の第一章総則 鋼材に引用されている「日本標準規格の第 430 号」の中に、「第三章 製造法 第三条 鋼材は特に指定なき限り第一種乃至第三種は平炉又は電気炉により製鋼するものとす。但し注文者の承認を経たときは転炉に依り製鋼することを得。」とあることから、当時は転炉材よりも平炉材に対する信頼が高かったものと考えられる。

MATERIAL O.H. Steel
Rivets 19th Except as noted.
OPEN HOLES 20.5th Except as noted.

孔径：特記なきものは20.5φ

図-33 に示すように、歩道端部縦桁取り付けのための注記が日本語で書かれている。「現場にて Side stringer 取付の際、此の部分は Filler を挿入し、高低を調整す可きこと。」

[illegible]

25

ブラケットの断面はP Lの腹板の上下にそれぞれ2本のアングル材をリベットで取り付けられているが、**図-33**のR250の曲線部も同様の組材となっている。アングル材は熱間加工されたものと推定される。

また、工作で決めるということか、曲線部の半径（矢印を挿入したところ）が表示されていない箇所がある。（ただし、**図-33**のR250のように指示の有るものもある。）



図-35 に主桁の注記例を示す。

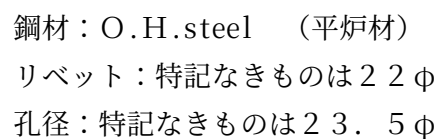


図-36 に示すように、支点上垂直補剛材はアングル材をリベットで腹板に取り付けているが、下フランジのアングル材とは溶接(welding)となっている。ただし、溶接の種類(隅肉溶接または開先溶接)は指示されていない。

支点上補剛材は、一般部と同じように Crimped すると部材に曲げが生じるためか、フィラプレートを入れて段差を無くしている。

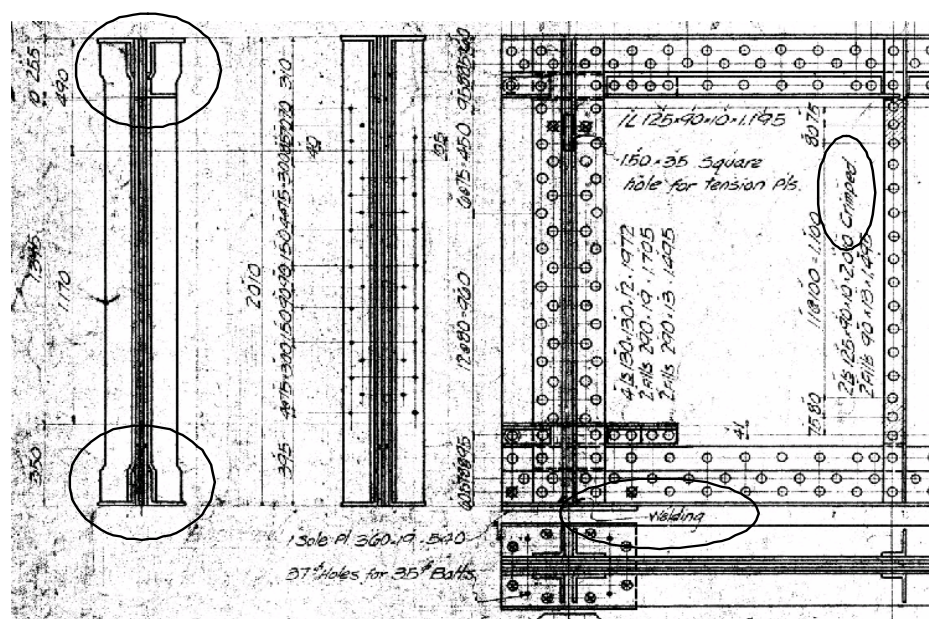


図-36 垂直補剛材の表示例

(13) 図番39：トラス詳細図（その1）

図-37 にタイドアーチ部の注記例を示す。

GENERAL NOTES

MATERIAL O. H. Steel

RIVETS 22[#]

OPEN HOLES 23.5[#] Except as noted.

鋼材：O.H.steel（平炉材）
 リベット：特記なきものは22φ
 孔径：特記なきものは23.5φ

図-37 タイドアーチ部の注記例

図-38～41 に示すように、タイドアーチの支承は、上沓が無く、直接トラス材とピンで結合されている。

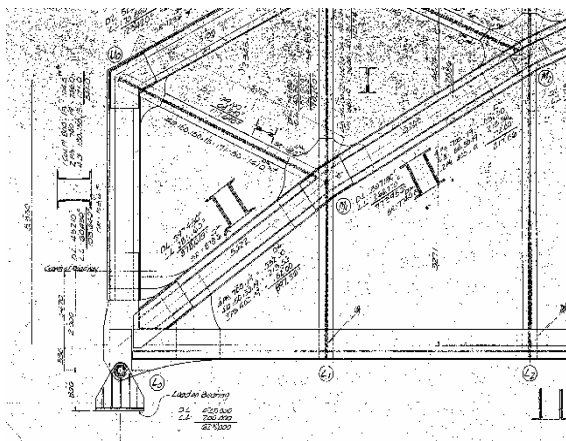


図-38 支承部全体図 (図番 3 4)

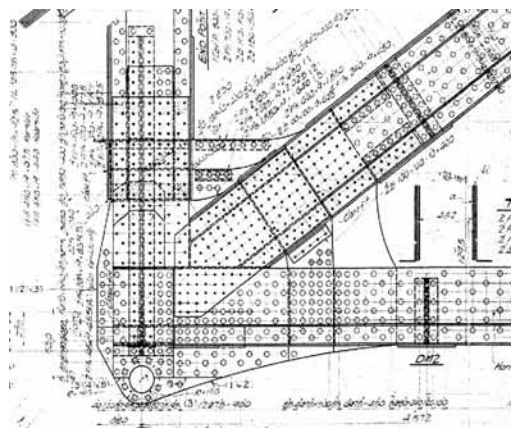


図-39 支承部の本体側

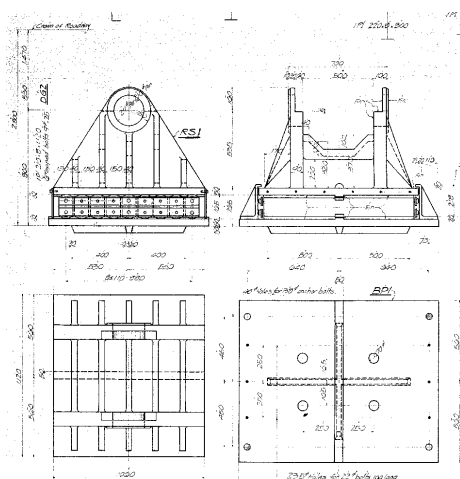


図-40 タイドアーチ部の可動支承
(図番 5 1)

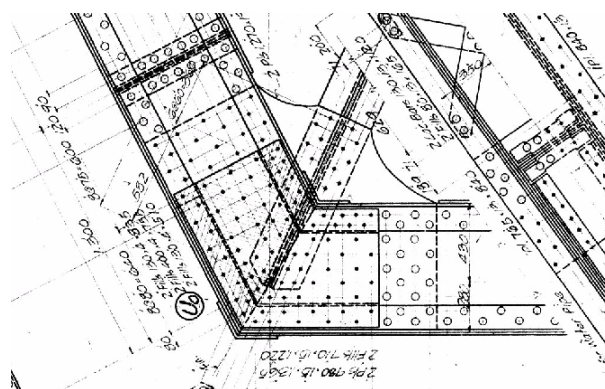


図-41 曲線表示の無いガセット例

図-41 に示すように、桁橋と同様、ガセットなどの曲線部の半径が指定されていない箇所が多い。図-42 に示す橋門構も中央部は半径が示されているが、端部の半径が指示されていない。

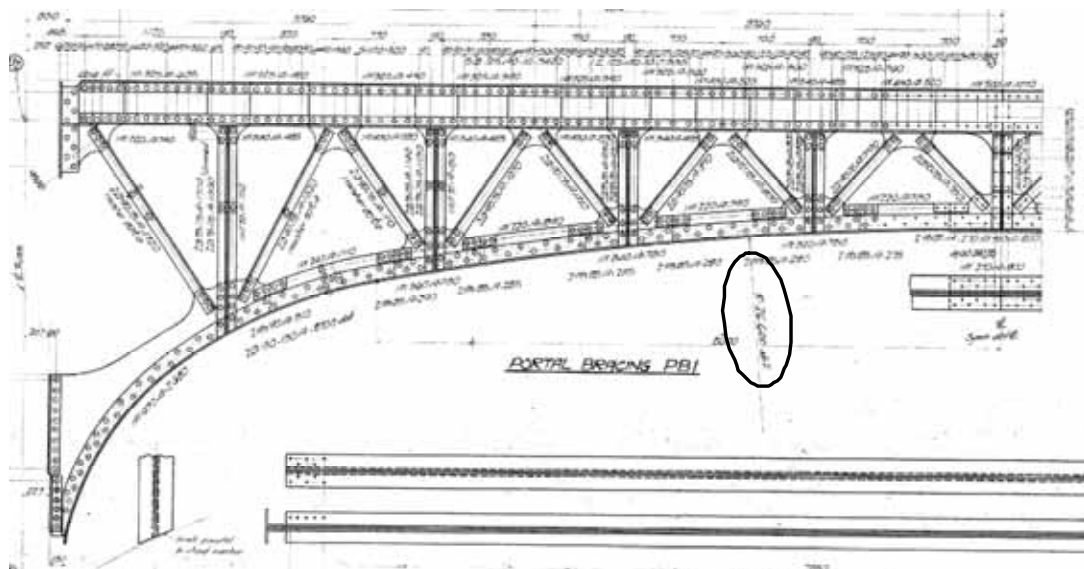


図-42 橋門構の曲線半径の指示例 (図番 4 7)

(14) 図番 4 7：橋門構詳細図

5 連のタイドアーチの橋門構は図-42 のトラス構造であるが、両端のタイドアーチのそれぞれの桁橋側の橋門構には図-43 のように装飾パネルがはめ込まれており、トラス構造とはなっていない。橋門構はアーチ橋の重要な構造部材であるが、見え掛かりを重要視したと思われる。

装飾パネルは malleable cast iron (可鍛铸铁製) との指示がある。

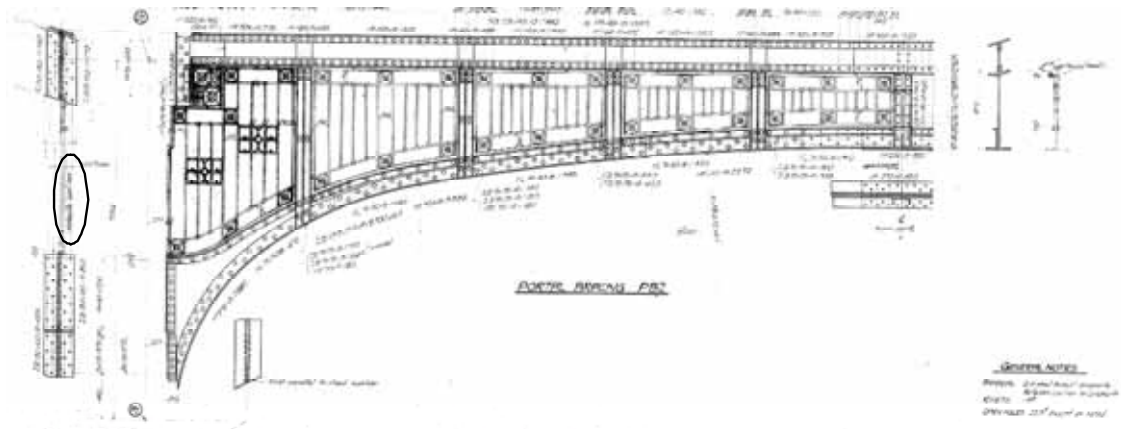


図-43 装飾された橋門構

(15) 図番 5 7 : 待避所詳細図

図-44 に、桁橋とアーチ部の境界に親柱を設置したため、歩道を拡幅したようだが、それによる変更数量を日本語で記した例を示す。

注意
 圖面第五十七號及第五十八號ハ繫橋入口ハ
 待避所ハ設置シタル爲メ設計変更ノ要ト爲リ同圖
 設計變更ノ追加ノ要ス材料先ノ如シ

一 鋼材	三二五三	伸縮金物
一 高欄金物	〇七五五	
一 床版鐵筋	〇二七八	
一 全土堤瀝土	二七七八	要ス
一 全土型枠	三二七九	要ス
一 地覆石	〇四七四	要ス

図-44 日本語の注記例

4. 設計時期、設計者、製図者

(1) 工程表

図面、計算書の日付および**文献 1)**に示された工事期間より作成した全体工程を**表-8**に示す。図面のトレース、照査期間および計算書の照査期間は入っていない。

予備設計には、下部工の比較（ニューマチックケーソン vs 杭基礎）や道路鉄道併用橋と（道路橋＋鉄道橋）の比較を行なっているが、橋梁形式等の比較設計は残っていない。また、予備設計（予算設計計算書）から詳細設計までの期間がほとんど無く、「予算」と言う言葉が使われているが、現在における予算の枠取等の位置付けとは異なり、詳細設計のための予備計算といった位置付けのように思われる。

道路鉄道併用橋と分離独立橋の比較は、下部工の施工が終わった頃に行われており、どういった目的に使われたものかは不明である。

詳細設計計算書は照査日が残されており、翌日というものも1件あるが、それ以外は6日～3ヶ月である。上部工は昭和4年の5、6月に設計計算書が書き上げられて、8、9月に照査が行われている。しかし、照査の頃は既に図面ができ上がっており、図面の寸法を確認しながらの照査だったかもしれない。一方、A3、A4橋台を除く下部工は5月末～7月に設計が行われ、8月上旬には照査も終えられており、図面からのフィードバックは無さそうである。A3、A4橋台は9月上旬であるが、これは単純桁の修正設計の時期と一致している。

製図⇒トレース⇒照査の順となっている。現在考えるならば、照査がトレースより先となるが、当時のトレースの位置付けが不明である。製図からトレースは、次の2枚を除けば、記録のある場合では1～12日で仕上げている。

10番 STEEL FRAME FOR WORKING CHAMBER OF PNEUMATIC CAISSON：19日

34番 (TRUSS SPAN) STRESS SHEET OF ARCH：約2ヶ月

トレースから照査は次の4枚を除けば、記録のある場合で1～16日である。

3番 CROSS SECTION OF BRIDGE FLOOR GIRDER SPAN & TRUSS SPAN：26日

19番 DETAILS OF STRINGERS (I)：65日

35番 MARKING DIAGRAM OF TRUSS SPAN：39日

46番 (TRUSS SPAN) DETAILS OF BOTTOM LATERALS：29日

8月のお盆時期の日付もあるため、一斉の夏休みは無かったようだ。

詳細設計図は上下部工とも11月に完成し、施工はその翌年からとなっている。製図の順番は、下部工優先というより、設計計算書のできた箇所から進められたようだ。

下部工の施工が2月～6月、上部工が4月～10月となっている。現在では梅雨、台風期の出水期を外した11月～5月の施工が一般的であるが、上下部共栈橋工法にもかかわらず出水期が考慮されていないようだ。また、**文献 1)**によると、「トラススパン（タイドアーチ部）組立に対しては一旦5径間分の足場を建設せしも、十三側より3径間（タイドアーチ部）組立てたる時偶々洪水期に入りしをもって、残り2径間（足場）を撤去し、これを第二次足場に改造して洪水に備えたり。」とある。「偶々」とは、「思いがけず」という意味であると思われるが、4月から5径間全部の足場を構築して、梅雨の洪水期に入る可能性

表-8 十三橋の設計、施工工程表

		設計者および施工者			1929年（昭和4年）												1930年（昭和5年）												1931年（昭和6年）												1932年（昭和7年）					
		設計	トレース	照査	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5				
予備設計	上部工の予備設計	J.Masuda			—																																									
	下部工の予備設計	J.Masuda & K.Inaba			—																																									
	鉄道併用橋と鉄道分離橋の比較設計	J.Masuda																		—																										
上部工の設計	設計条件、荷重の計算	J.Masuda		M.Jinda		—																																								
	桁橋部主桁の設計	J.Masuda&M.Jinda		M.Jinda & M.Kojima		—				—																																				
	桁橋のキャンパー図	K.I																																												
	斜吊アーチ橋の詳細設計	J.Masuda & K.Inaba & K.Ozaki & Y.O		M.J & K.I & M.K & J.M			—		—	—																																				
下部工の設計		K.Inaba & J.Masuda		M.Jinda			—																																							
製図	一般図	M.J	M.J																																											
	断面図	M.K	M.K & F.Y																																											
	下部工図	K.I & M.J & I.M & M.H	F.Y & M.J & R.I	M.J & I.M & K.I																																										
	桁橋部	R.I & I.M & M.K	T.S & F.Y & M.J & M.K & R.I	I.M & R.I & I.R & M.J & M.K & F.Y																																										
	斜吊アーチ橋部	I.M & R.I & M.K	R.I & T.S & F.Y & M.K	I.M & R.I & I.R & M.J & M.K & F.Y																																										
	高欄、照明図、他	M.H & M.K & R.I	M.J & R.I & M.K	M.K																																										
数量計算	下部工数量	K.Inaba		M.Jinda																																										
	鋼材材料計算																																													
	その他材料計算書	M.Kojima & K.Inaba		K.Inaba & M.Jinda & R.I																																										
施工	下部工の施工	大林組																																												
	上部工の施工	大阪鐵工所（日本橋梁、汽車製造、横河橋梁製作所）																																												
	床版、高欄、舗装、電気、塗装	飛鳥組																																												

は十分に考えられ、施工計画に疑問を感じる。

上部工の製作期間は不明であるが、上部工の現地施工の開始まで、下部工の完成から9.5ヵ月のブランクがある。

(2) 設計者、製図者

設計計算書に携わった人々を集約すると、表-9の通りである。

表-9 設計計算書のサイン

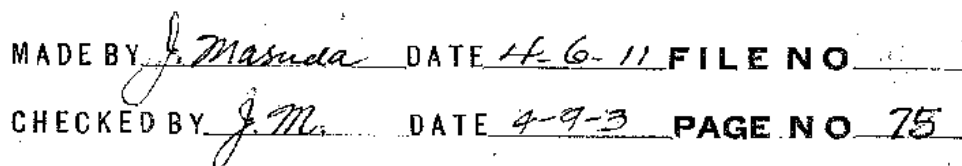
苗字が全表示	M.Kojima、K.Inaba、M.Jinda
名前、苗字共イニシャルだけ	M.K、M.J、K.I、R.I

Y.O 以外のイニシャル表示は苗字の分かるサインと共通するが、同一人物かは不明である。例えば、図-45のJ.MasudaとJ.Mとは筆跡が異なることから別人と考えられる。したがって、人数としては7～11人ということになる。

図面に携わった人々は、

M.J、M.K、F.Y、K.I、I.M、M.H、F.Y、R.I、T.S、I.R

と、イニシャルしかないため、同一イニシャルの人物はいないとして10人である。



MADE BY J. Masuda DATE 4-6-11 FILE NO.
 CHECKED BY J.M. DATE 4-9-3 PAGE NO. 75

図-45 計算書のサイン例

鋼材数量計算書の大半にサインが無く、鋼材外数量の箇所だけにサインが残っている。それに携わった人々は、表-10の7人と考えられる。

表-10 鋼材数量計算書のサイン

苗字が全表示	J.Masuda、K.Inaba、M.Jinda、M.Kojima、K.Ozaki
名前、苗字共イニシャルだけ	J.M、M.J、K.I、K.O、M.K、Y.O

5. 施工管理への関与

十三橋においては、設計計算書においても図面においても施工管理に関する記述はほとんど見られない。ただし、表-11 に示すような下部工の施工機材等の図面が添付されている。この中で、木曽川橋の下部工図と穀物貯蔵塔については位置付けが不明である。

表-11 下部工の施工機材図面

ニューマチックケーソンの作業用シャフト詳細図	1 番外 1
橋詰の装飾詳細図 A3,A4	1 番外 2
コンクリートプラント (1), (2)	2 施工図
ランドケーソン一般図	1 施工図
リバーケーソン一般図	1 施工図
ケーソンの沈下曲線	2 施工図
潜函工事用作業栈台	1 施工図
木曽川橋 橋脚詳細図 P7,P8 (ニューマチックケーソン)	1 参考図
潜函気圧増減率表	1 施工図
圧搾空気潜函工事作業状況図	1 施工図
圧搾空気潜函沈下作業見取図	1 施工図
エアロック	1 施工図
穀物貯蔵塔	1 関係不明
デリック組立図	1 施工図

図-46 に示すように、ニューマチックケーソン内の作業に従事するものの守るべきことを書いたものが残されている。

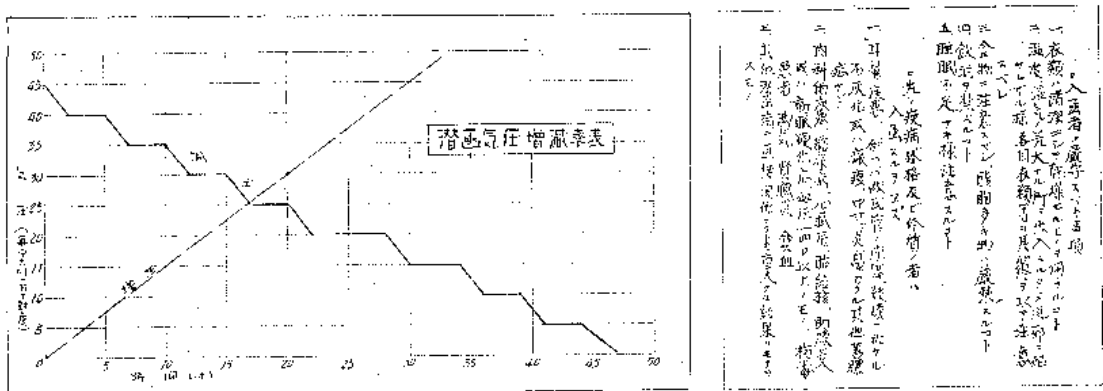


図-46 ニューマチックケーソン内作業の注意書き

また、ニューマチックケーソン工事の設備をイラスト的に記した図面が図-47、図-48 のように残されている。また、この2枚に相当する写真が文献1)に掲載されており、写真-6、写真-7に示す。

写真-8～写真-10は文献1)に載せられた上部工の架設状況写真である。

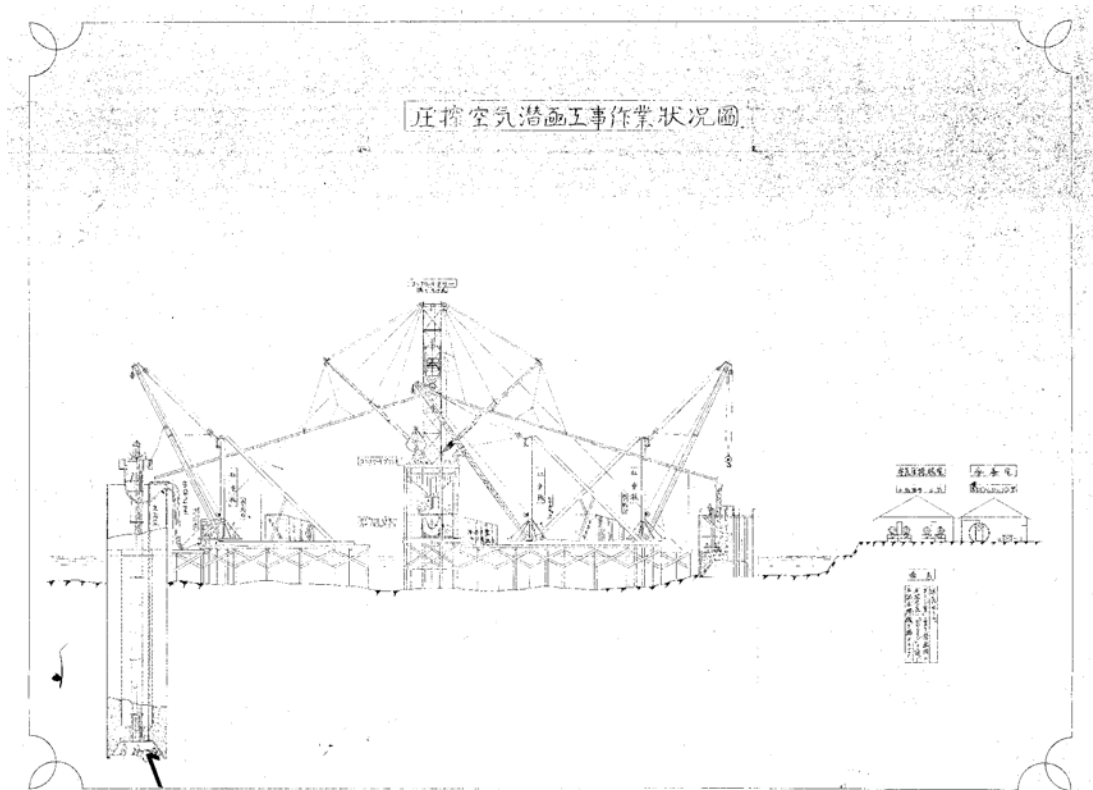


図-47 ニューマチックケーソンの施工機材

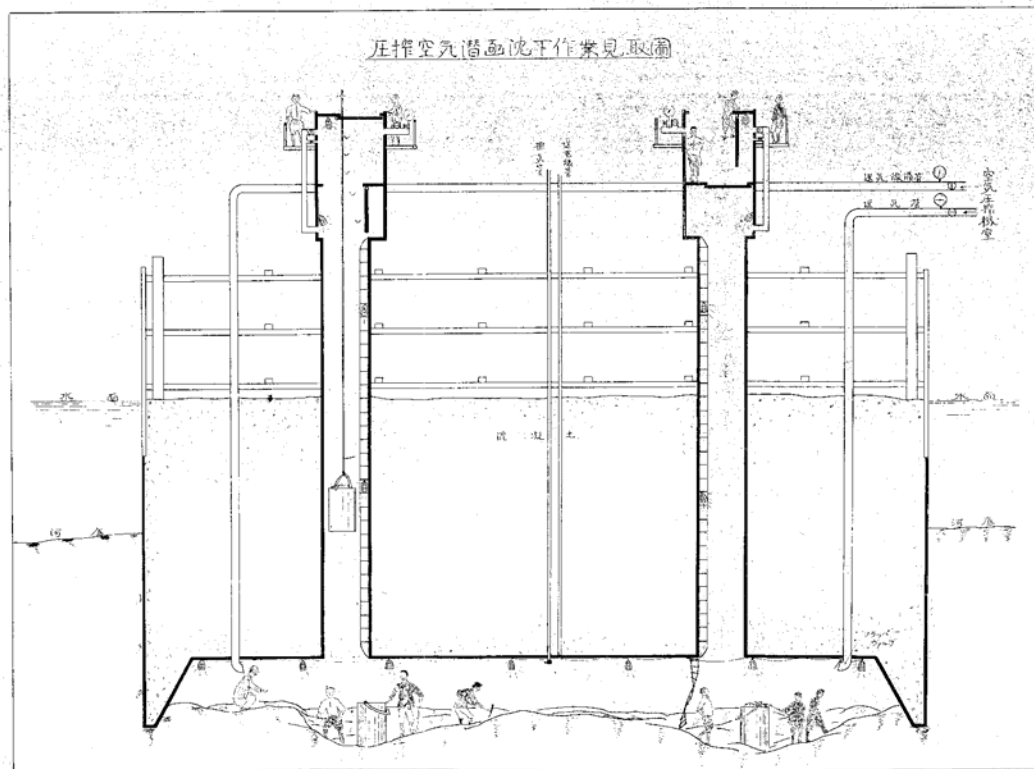


図-48 ニューマチックケーソンの函内施工状況

写真第八 潜水工事の景

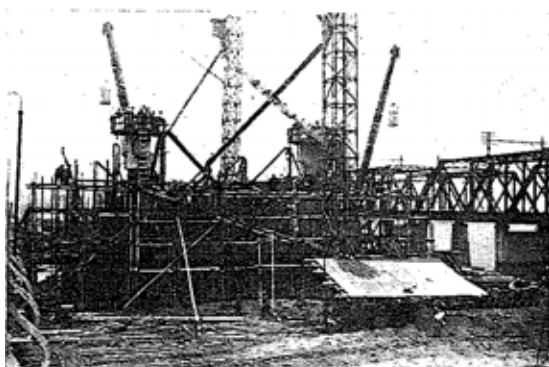


写真-6 ニューマチックケーソンの地上部機材

写真第九 潜水作業室内の景



写真-7 ニュー-マチックケーソン内部の作業状況

写真第十一 梁拱橋組立



写真-8 アーチ部のベント架設

写真第十二 梁拱橋最後の組立局部



此の部分特に二又を使用す

写真-9 アーチの架設

写真第十三 桁橋組立

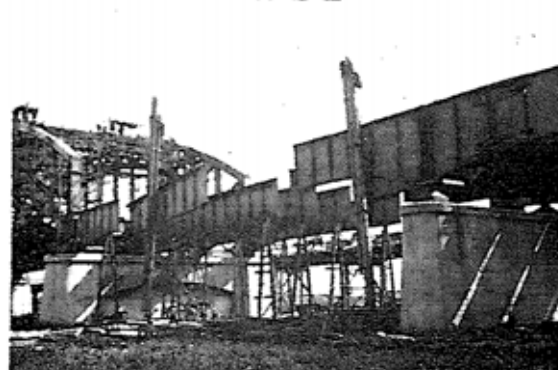


写真-10 桁橋部の架設

6. その他設計製図、計算書の特徴

(1) 図面

骨組み寸法図はあるが、線形図やキャンバー図、また、最近の図面で重要視されている共通詳細図に相当するものが見当たらない。それ以外の図面については、現在との違いはあまり感じられない。支承や排水桝、伸縮装置などの付属品が、橋体部材図の空白部に適当に入れられており、別図となっていないため、専門業者等への発注には使いづらい図面構成と言える。

リベット、ボルトの長さや本数の表記が無いことを除けば、図面の材料表記は現在の一般的な図面と変わりがないと言える。

(2) 計算書

非常に英語が読みにくく、誤字も散見される。単位が m、cm、mm、inch が混在しており、尺も出てくることがある。荷重が丸められているが、気まぐれのような感じがある。経験値や、丸めるときは『Say』:『～とする』が使われている。したがって、設計計算書は製図のための根拠ではあるが、提出用というものでは無さそうである。しかし、参照ページにずれ等は無く、照査が入ることや人に見られる事は意識していたものと思われる。

有効数字は不統一であり、有効数字が多くとられているところもあることから、計算尺は使われていないようだ。

7. おわりに

十三橋は、今でも現役で使われており、完成から 75 歳を過ぎている。その間、太平洋戦争や阪神淡路大震災にも大きな被害を受けずに現在に至っているようだ。その間の補修・補強歴や余寿命の判断がどう下されているのかも興味のある課題であり、別の機会に確認したい。

参考文献

- 1) 三輪周蔵：十三橋工事報告、土木学会誌第 18 巻第 9 号、昭和 7 年 9 月
- 2) 松村博：大阪の橋、松籟社、1987 年 11 月 5 日重版
- 3) 道路構造に関する細則（大正 15 年）
- 4) 土木学会：土木製図基準 1967 年版、昭和 42 年 3 月
- 5) 鋼道路橋設計示方書（昭和 15 年）