３．尾張大橋

（文責：山内　隆：株式会社ハルテック）

１．概要

本橋は、国道１号路線中、木曽川上を跨ぐ橋長878.81m の下路ランガートラス（13連）、下路ポニーワーレントラス（1連）橋である。架設当時、東海道は木曽、揖斐、長良の三川に遮られ、県営の渡船があるのみでわずかに人、牛馬の通行が出来るのみであり、自動車の通行も出来ない状態であった。文化の急激な進展も伴い、架橋の必要性に迫られ、大正13年4月1日に内務大臣の架橋認可を受け、昭和5年4月に工事が開始された。国内でランガートラス形式が用いられたのは、本橋が初である。

(1) 工事関係者

発注者：　愛知県

請負者：　（両橋台）中央土木株式会社
（左岸取付道路）株式会社大林組
（橋脚、右岸取付道路、上部工架設）株式会社間組
（鋼橋製作）横浜船渠株式会社

(2) 工期

（上部工）

着　工：昭和5年4月（橋台）　昭和6年8月（橋脚）

竣　工：昭和5年8月（橋台）　昭和7年8月（橋脚）

（下部工）

着　工：昭和7年8月

竣　工：昭和8年10月（開通：昭和8年11月）

(3) 工費

2,160,167円

(4) 橋梁形式

形　式：（下部工）
橋台・・・鉄筋コンクリート（基礎工：杭）
橋脚・・・鉄筋コンクリート（基礎工：井筒基礎）
（上部工）
下路ランガートラス(13連)+下路平行弦ポニーワーレントラス(1連)

※1 径間の平行弦ポニーワーレントラスがあるのは、上流側の鉄道橋との径間割の関係。

橋面工　：鉄筋コンクリート床版、アスファルトブロック

荷重　　：二等橋

橋長　　：878.81m(63.420m x 13連、40.770m x 1連)

有効幅員：7.50m

橋面積　：6591m^2

(5) 主要材料

主要材料

セメント　37,050 樽

鉄筋　　930ton

鋳鉄　　146ton

石材　　103m^3

洗砂利　17,300m^3

洗砂　　8,800m^3

アスファルトブロック(厚さ 50㎜)　6,450m^2

コンクリート　19,000m^3

上部鋼材　2,830ton

２．設計計算書

(1) 構成

計算書は、予算設計計算書、橋台、橋脚、工事用仮桟橋、上部工の設計計算書及び材料計算書という構成となっている。

予算設計々算書と橋台設計計算書は設計期間が重複しており、増田の設計期間を見ると、橋台の荷重条件決定後、予算設計々算書の設計を行っている流れが見て取れる。その後は増田（予算設計）、稲葉（橋台設計）と平行して作業を行っている。全体の所要日数は予算設計約 5 日、橋台約 12 日、橋脚約 12 日、仮桟橋約 3 日、上部工約 3 週間である。また、橋脚工事の設計計算前に上部工の主部材の設計は完了している。

上部工設計計算は全て稲葉によって行われており、予算設計で増田によって上部工の概算検討が行われているにも関わらず、詳細検討には全く関与していない。

なお、**表-2** で内容欄が同一の項目については、前半が 1 連分のポニーワーレントラス部、後半がランガートラス部である。また、設計年は全て昭和 1930 年（昭和 5 年）である。

表-1　計算書の構成

枚数	内容	設計者	期間
14	予算設計々算書	増田、I.matano	2/12～2/16
23	橋台設計々算書	増田、稲葉	2/5～2/17
40	橋脚工事設計々算書	稲葉、陣田、M.Kojima	5/15-16,6/3-5,7/12-18
9	工事用仮桟橋 応力及材料計算書	稲葉	8/12～8/15
87	上部工設計計算書	表-2参照	

表-2　上部工設計計算書の構成

ページ	内容	設計者	照査	設計日付
1-2	設計条件	稲葉	陣田	2/26
3	床版の設計			2/27
4	縦桁の設計			2/27
5-11	床桁の設計			2/27-3/1
12-13	下横構の設計			3/1
14-16	トラス材の設計			3/3
17	応力図			3/3
18-19	トラス材断面構成			3/3-3/4
20	概算重量算出			3/4
21-22	たわみの算出			5/2
23-24	横力に対する照査			7/22
25-28	上下横構の設計			4/18
29-33	橋門構			4/25-4/26
34	トラス骨組図			4/23
35-42	影響線			4/23-4/24
43-46	トラス材の設計			4/28
47	応力図			4/28
48-50	トラス材断面構成			4/30,5/19
51	概算重量算出			4/30
52-53	たわみの算出			7/26
M1-M34	材料計算書	I.M、M.K、M.Kojima、陣田		5/8,5/31,6/7,6/12,7/23

(2) 内容

1) 荷重

設計荷重として、活荷重としてトラック(8t)、ロードローラ(11t)を想定している。この荷重値は道路構造に関する細則（以下、細則と記す）に規定する 2 等橋に準拠している。衝撃係数 i、群衆荷重 w についても細則に従い(1)式、(2)式により算出されている。この条件は伊勢大橋と同様である。

$$i = 20/(60+l) \leqq 0.3 \qquad (1)$$

$$w = 100.0/(170+l) \leqq 500\ \mathrm{kg/m^2} \qquad (2)$$

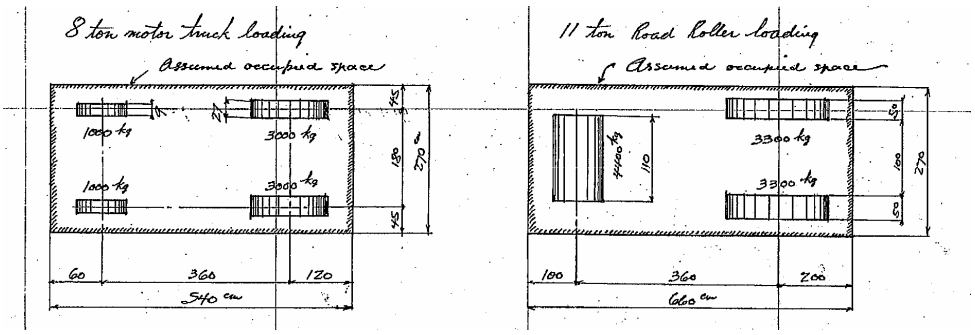


図-1　活荷重

2）床版の設計

細則に従い、有効幅を持つ単純版として設計されている。床版厚は 155㎜ であり、かぶり（鉄筋中心まで）は 30㎜ である。鉄筋径はφ12 が使用されており、コンクリートと鉄筋の付着応力が許容応力以内であることが照査されている。なお、床版厚、鉄筋径の設定も伊勢大橋と同じである。

3）鋼部材の設計

設計計算の流れは、設計条件→床版→主構造（縦桁、横構、トラス材）→たわみ→（追加：ポニートラスの照査）という流れで行われており、現在と変わらない流れが見て取れる。

トラス材の軸力の算出にあたっては、予算設計計算書において、影響線載荷は行われておらず、活荷重による軸力は、死荷重に対する割合から概算で算出している。

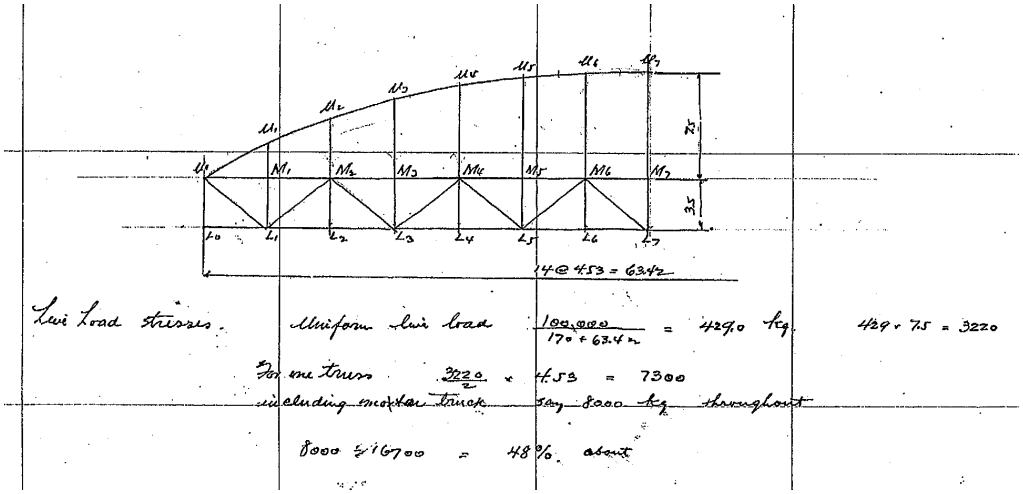


図-2　予算設計々算書の活荷重算出

最終的な設計計算書においては、影響線が図示されており、各部材の断面力が算出されている。

影響線の算出方法としては、力のつり合い条件式より水平反力を算出し、その後各部材の影響線の数値を算出している。

構造のモデル化としては、**図-3** に示すように支間中央部の補剛トラスの上弦材及び支点部の補剛トラスの下弦材の部材を考慮していない。また、L7 点はヒンジとしているようである。静的構造として計算を行うためのものと思われるが、詳細は不明である。また、図面上ヒンジ構造、仮想部材の特別な考慮はされていない。

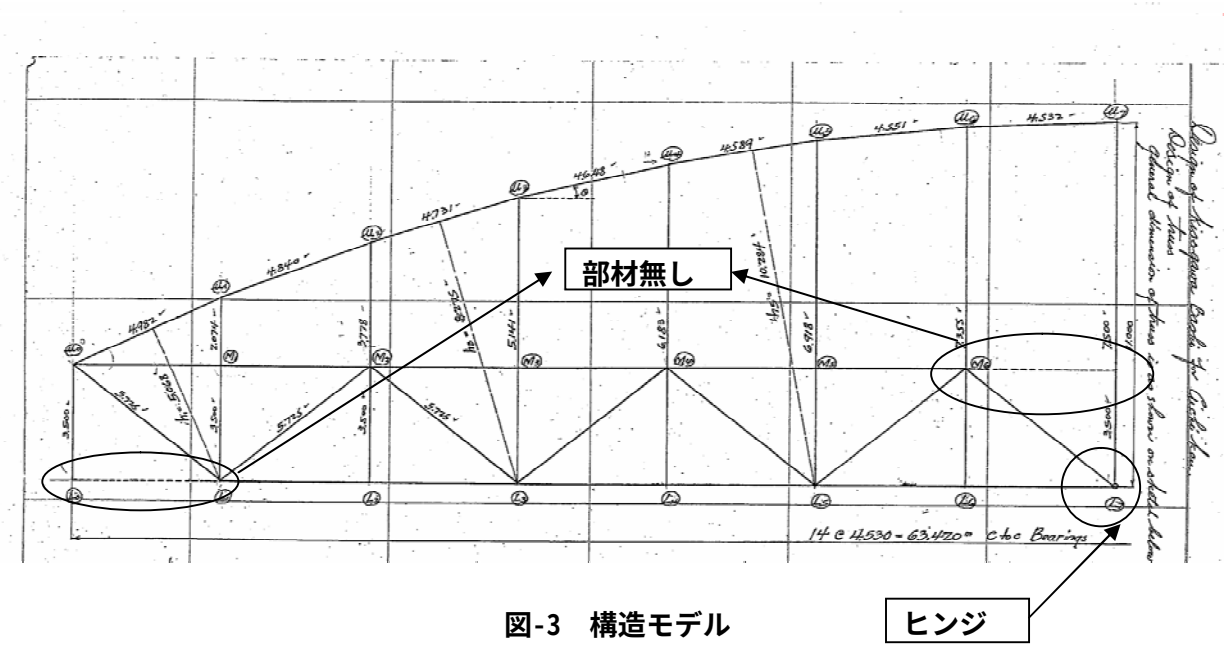


図-3　構造モデル

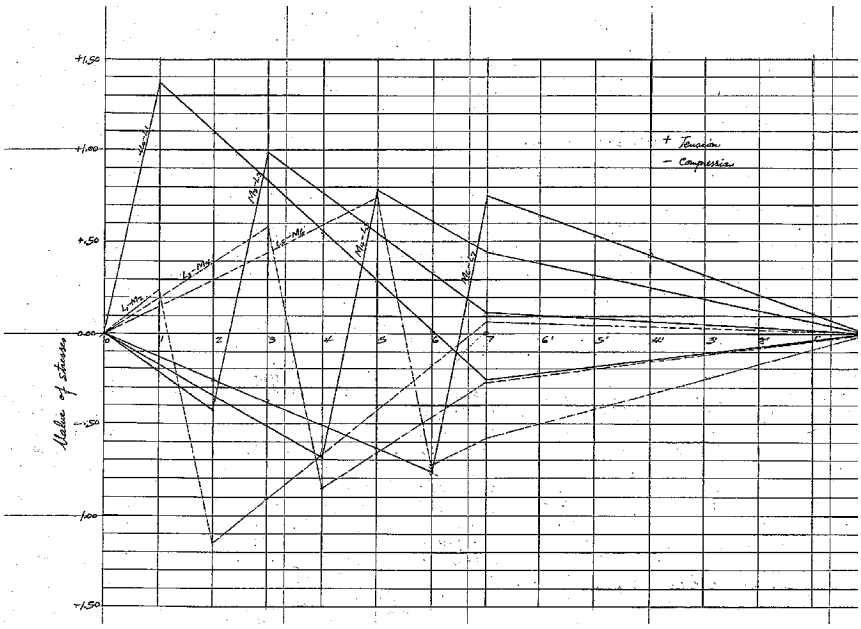


図-4　斜材の影響線（上部工設計計算書より）

ポニーワーレントラスに作用する横力に対する照査を行っているが、設計日付が全ての設計が完了した２ヶ月程度後の日付となっている。内容は垂直材と床桁によるＵ形フレームの剛度を算出し、必要剛度を満足するかを照査している。照査方法としては現在と同様の流れであるが、ドイツの文献を参考にしていることが設計計算書で明記されており、当時は一般的な照査方法ではなかったと考えられる。

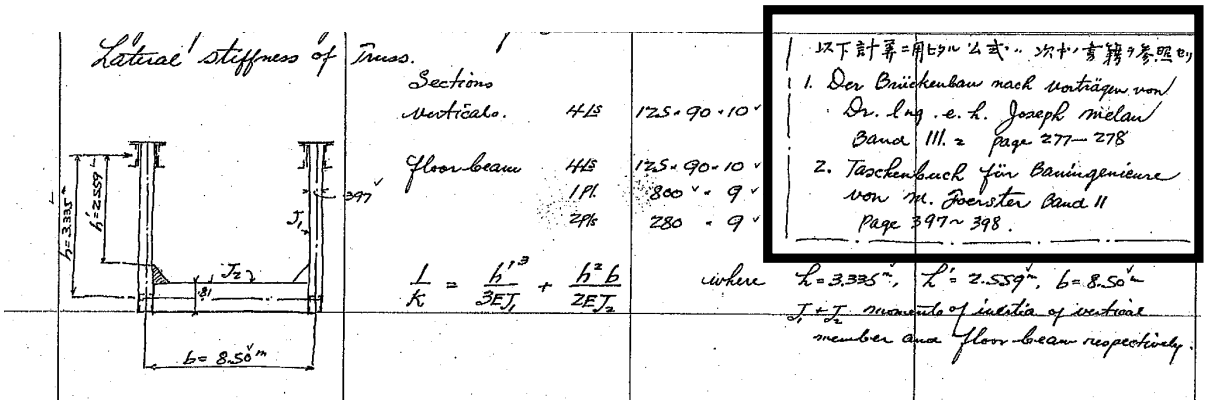


図-5　横力に対する照査

３．図面

(1) 構成

図面は、本図面 34 枚と番外図面 3 枚の 2 種類からなる。本図面は、上部工、下部工図面からなり、上部工図面には意匠高欄図面も詳細に描かれている。番外図面は支承図面、潜函作業計画図、通信ケーブル図からなる。

図面自体の作成期間は、2 月 5 日から 6 月 5 日までである。上部工の設計計算書の作成時期は 7 月 26 日までであるが、図面は概ね 5 月中に作画されている。設計計算書の内訳を見ると、主部材の設計期間は 4 月末～5 月初めである。その後、図面作画を開始していると思われる。　支承図面が参考図として添付されているが、本図面内にも詳細図面が存在する。参考図は簡単な支承高さ、大きさ等概要が示されているのみであるので、その後詳細図面を作成したものと思われる。

(2) 内容

図面全般は、メリハリのある線で作画されており、非常に見やすい図面に仕上げられている。太線、中線細線の線幅の使い分けも明確である。材料は部材の近傍に示されており、同一材料は記号で省略する、引き出し線で引き出して材料を記載、といった現在と同様の手法で描かれている。

設計者として、図面に関与しているのは、I.M、K.I、M.J、R.I、F.Y、T.S の 5 人である。

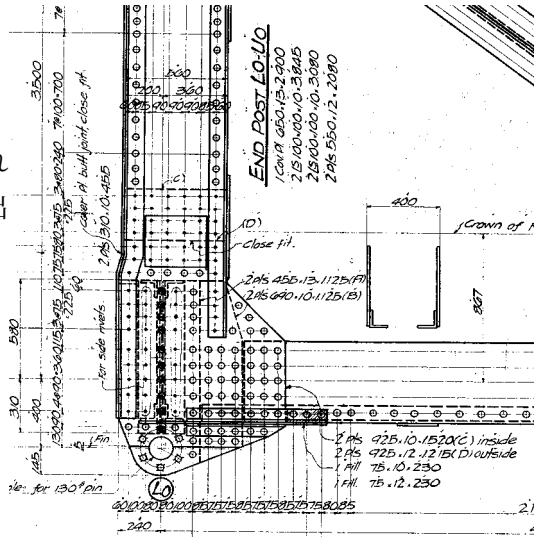
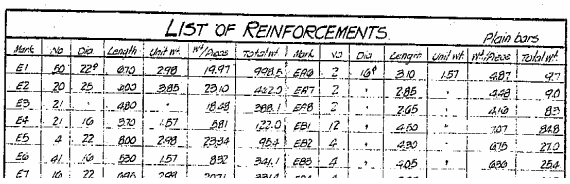


図-6 図面作画例（トラス詳細図より）

1）図番 4　橋台詳細図

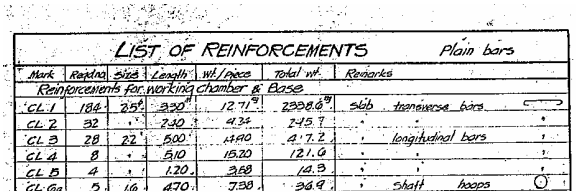
鉄筋の材料表が描かれているが、加工形状図は示されておらず材料表から加工詳細を判断することは出来ない。ケーソン図面にのみ加工形状は示されている。一般的な配筋については省略されているものと考えられる。



LIST OF REINFORCEMENTS　Plain bars

Mark	No	Dia	Length	Unit wt.	Wt/Piece	Total wt.	Mark	No	Dia	Length	Unit wt.	Wt/Piece	Total wt.
E1	50	22φ	670	2.98	19.97	998.5	EA6	2	16φ	3.10	1.57	4.87	9.7
E2	20	25	600	3.85	23.10	462.0	EA7	2	〃	2.85	〃	4.48	9.0
E3	21	〃	480	〃	18.48	388.1	EA8	2	〃	2.65	〃	4.16	8.3
E4	21	16	370	1.57	5.81	122.0	EB1	12	〃	4.50	〃	7.07	84.8
E5	4	22	800	2.98	23.84	95.4	EB2	4	〃	4.30	〃	6.75	27.0
E6	41	16	530	1.57	8.32	341.1	EB3	4	〃	4.05	〃	6.36	25.4
E7	16	22	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

図-7　橋台図面



LIST OF REINFORCEMENTS　Plain bars

Mark	Reqdng	Size	Length	Wt./piece	Total wt.	Remarks
Reinforcements for working Chamber & Base						
CL 1	184	25φ	330	12.71	2338.6	slab transverse bars
CL 2	32	〃	240	4.34	245.7	〃
CL 3	28	22	500	14.90	417.2	〃 longitudinal bars 〃
CL 4	8	〃	510	15.20	121.6	〃 〃 〃
CL 5	4	〃	1.20	3.58	14.3	〃 〃 〃
CL-6a	5	16	470	7.38	36.9	〃 shaft hoops

図-8　ケーソン図面

2）図番 6　11 橋脚ケーソン

ケーソンは刃口部分が鋼構造の木製ケーソンが使用されており、木材材料について材料表が日本語にて詳細に記載されている。現場施工上での水密性を考慮して「コーキング」についての注記が記載されており、意識の高さが伺える。

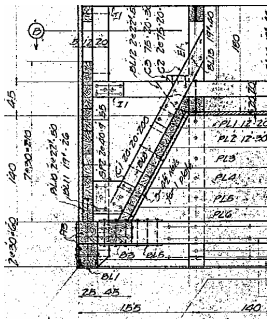
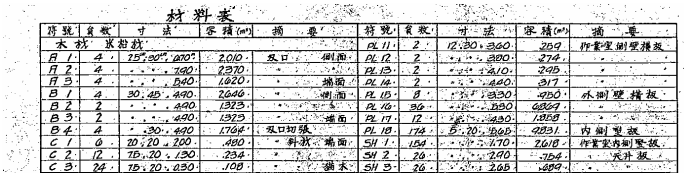


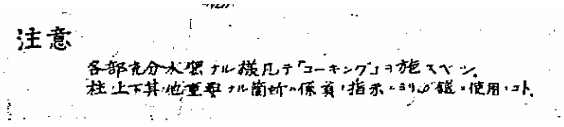
図-9　ケーソン刃口



材料表

符號	員數	寸法	容積(m³)	摘要	符號	員數	寸法	容積(m³)	摘要
木材	水粉材				PL 11	2	12.30×360	2.59	作業室側壁構板
A 1	4	25.30×.670	2.010	刃口 側面	PL 12	2	〃 〃 380	2.74	〃 〃
A 2	4	〃 〃 .790	2.370	〃 〃	PL 13	2	〃 〃 410	2.95	〃 〃
A 3	4	〃 〃 .540	1.620	〃 端面	PL 14	2	〃 〃 440	3.17	〃 〃
B 1	4	30.45×.490	2.646	〃 側面	PL 15	8	〃 〃 330	9.50	外側壁構板
B 2	2	〃 〃 .490	1.323	〃 〃	PL 16	36	〃 〃 530	6.869	〃 〃
B 3	2	〃 〃 .490	1.323	〃 端面	PL 17	12	〃 〃 430	1.858	〃 〃
B 4	4	〃 .30×.490	1.764	刃口切張	PL 18	174	5.20×.560	9.831	内側型板
C 1	6	20.20×.200	.480	〃 斜板 端面	SH 1	154	〃 〃 1.70	2.618	作業室内側型板
C 2	12	75.20×.130	.234	〃 〃	SH 2	26	〃 〃 2.90	.754	〃 天井板
C 3	24	75.20×.030	.108	〃 〃 端木	SH 3	26	〃 〃 2.65	.689	〃 〃

図-10　材料表



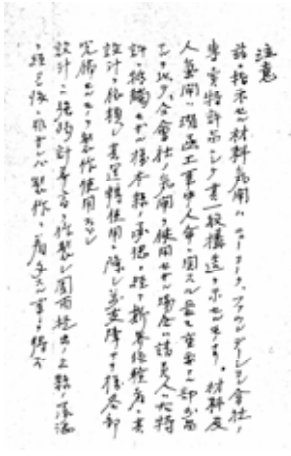
注意

各部充分水密ナル様凡テ「コーキング」ヲ施スベシ。
柱上下其他重要ナル箇所ハ係員ノ指示ニヨリ必鋸ノ使用ヲコト。

図-11　「コーキング」注記

3）図番 14　マンロック、マテリアルロック詳細図

エアロックの特許がアメリカの会社にあることについて、注記で記載されている。作成者の名前も記載されておらず、一般的な形状のものを転記しただけとの扱いである。



注意

[illegible]

図-12　特許の注記

4) 図番 16　縦桁、床桁詳細図

リベット孔径は基本はリベット径+1.5㎜であるが、現場での施工誤差吸収のため、ガセット等は拡大孔が使うように留意されている。（リベット径 19φ、拡大孔径 23.5φ）

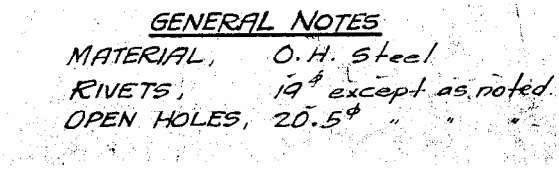


図-13　図面上注記

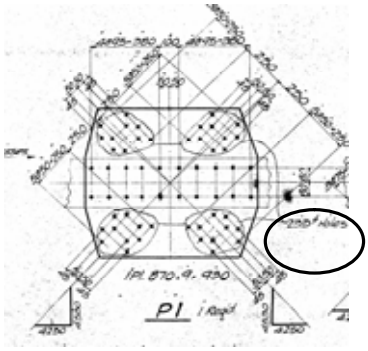


図-14　ガセット詳細

5) 図番 21　支承詳細図

参考図からは下部工天端の EL や、高さ方向の取り合い状況を確認していることが見て取れる。参考図で決定している支承形状、ソール PL 形状を元に図番 21 の詳細図では部品に及ぶまで作画されている。

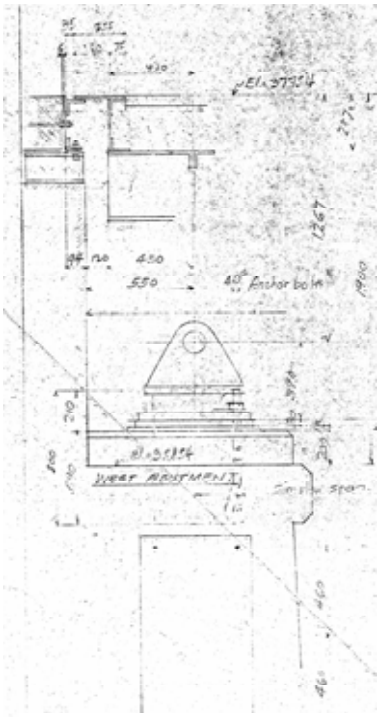


図-15　参考図面より

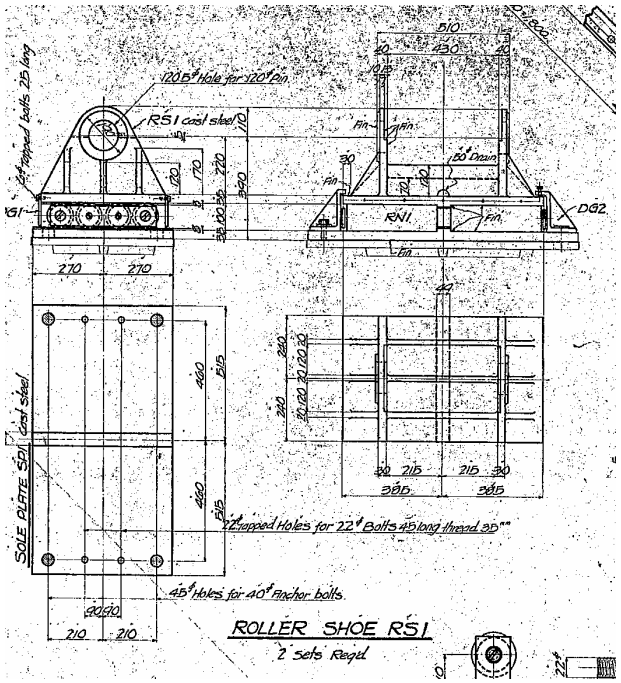


図-16　図番 21（支承詳細図）より

6) 図番 22　伸縮装置図

施工に関する注記として、高さを合わせるため、実測反映した厚さの座金を使用すること記載されている。また、現地への設置への注意喚起、設置後問題なく機能するための、スライド板同士の隙間に対する注記が記載されている。

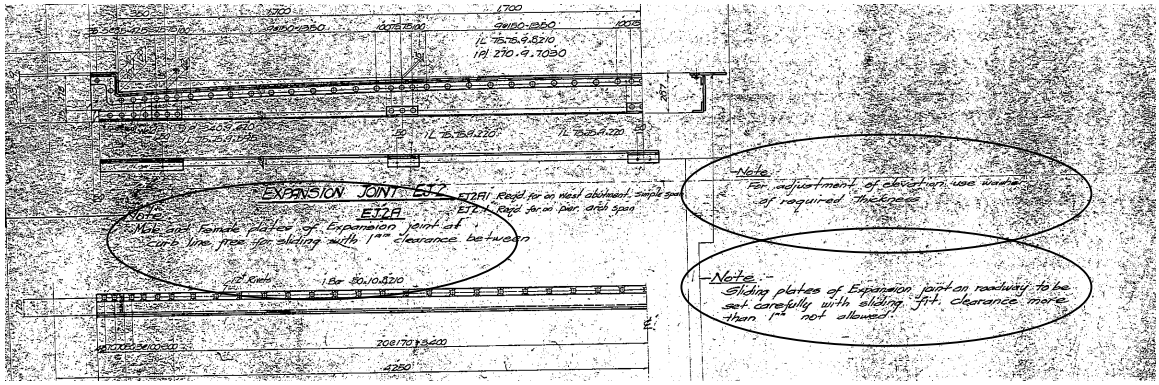
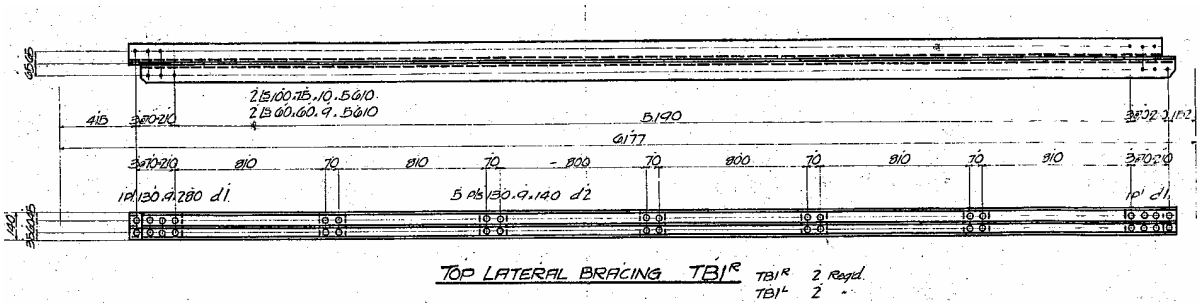


図-17　現場施工に対する注記

7) 図番 32　上横構

現在では一般的に取り合い確認の意味も含め、横構部材とガセットが実際に組み上げられた状態にて作画されるが、横構部材が並べて描かれているのみである。配置図で各部材の使用箇所は確認することが出来る。



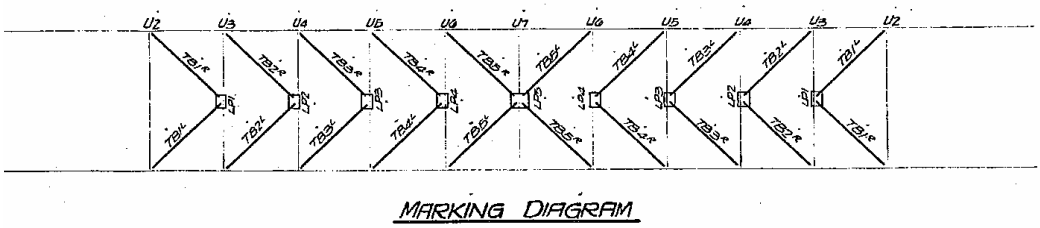


図-18　上横構部材と配置図

8) 図番 33　橋門構

橋門構の曲線については明記されていない。設計計算書内に模式図が描かれているが、『free hand curve』と記されている。

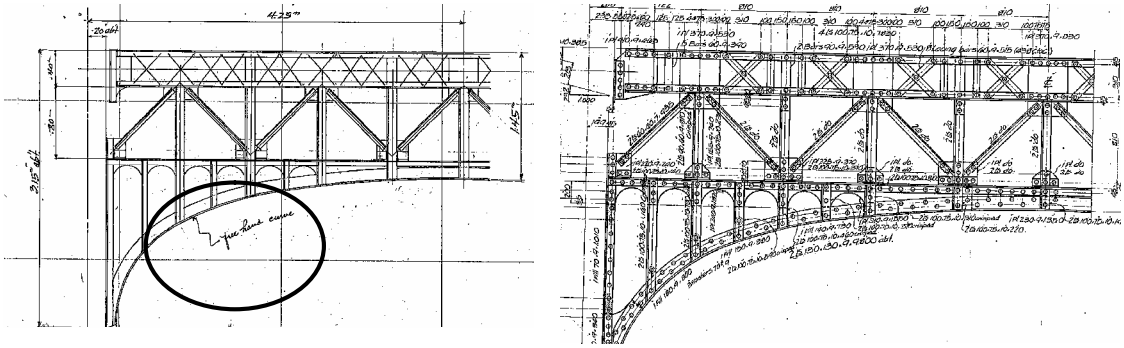


図-19　橋門構設計計算書（左図）、図面（右図）

４．施工管理への関与

施工管理への関与として、設計計算書内に工事用仮桟橋計算書が含まれている。計算書内では設計計算の他に、工費の算出も行われている。全ての設計計算終了後の日付となっており、後から追加となった可能性もある。

図面内には潜函作業計画図が番外として添付されている。作画日付は 8/30 であり、他図面と比較して 3 ヶ月程度後に作画されている。工事に関しては、文献 2)にも『近代科学新技術の粋を集め本橋下部工事の完成を告ぐるに至れり。』とあるように、最先端技術であったことが伺える。

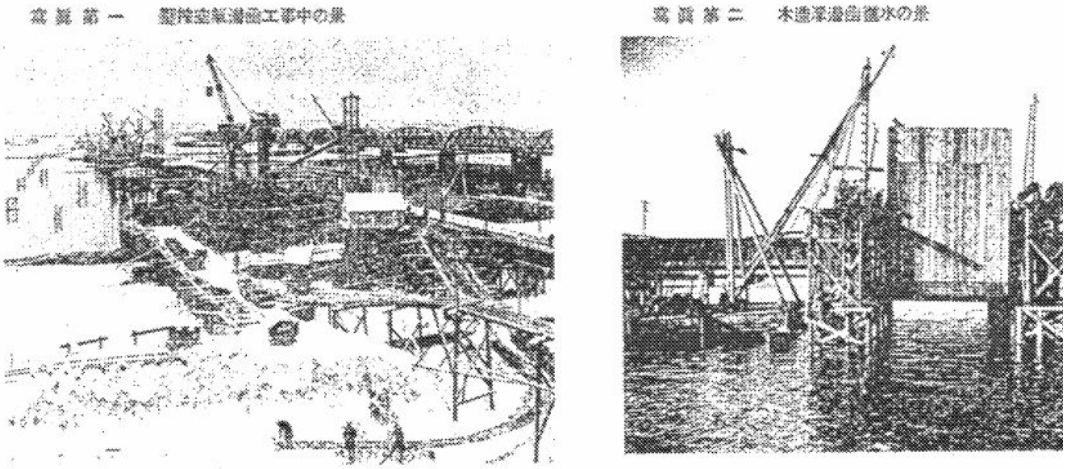


写真-1　ケーソン工事中の風景

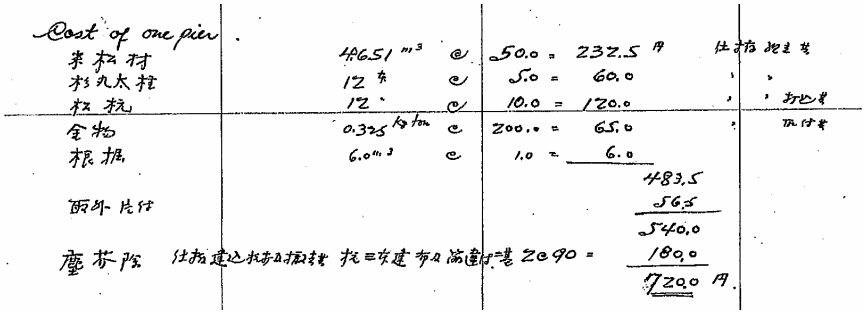


図-20　工事用仮桟橋材料計算書より

５．伊勢大橋との対比

伊勢大橋は、木曽・甲斐・長良川の三大河川上の橋梁として、尾張大橋と並んで設計された鋼ランガートラス橋である。同幅員、同形式の橋梁ということもあり、尾張大橋の図面を一部流用して作画したと思われる箇所が数多く存在する。図面の構成も類似のものが多い。作画時期は、尾張大橋の図面作画が主に５月初～6 月初に行われており、その後伊勢大橋の図面は 6 月初～7 月初にかけて作画されている。

ケーソンの図面に関しては、同じ日に K.I により作画されている。このようなところに増田設計事務所の驚異的な早さでの製図の秘訣を垣間見ることが出来る。

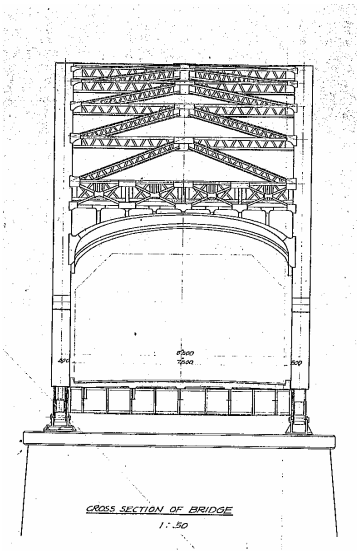


図-21　伊勢大橋断面図
（製図日：2/10）

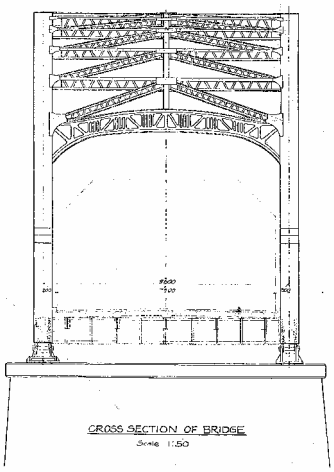


図-22　尾張大橋断面図
（製図日：2/12）

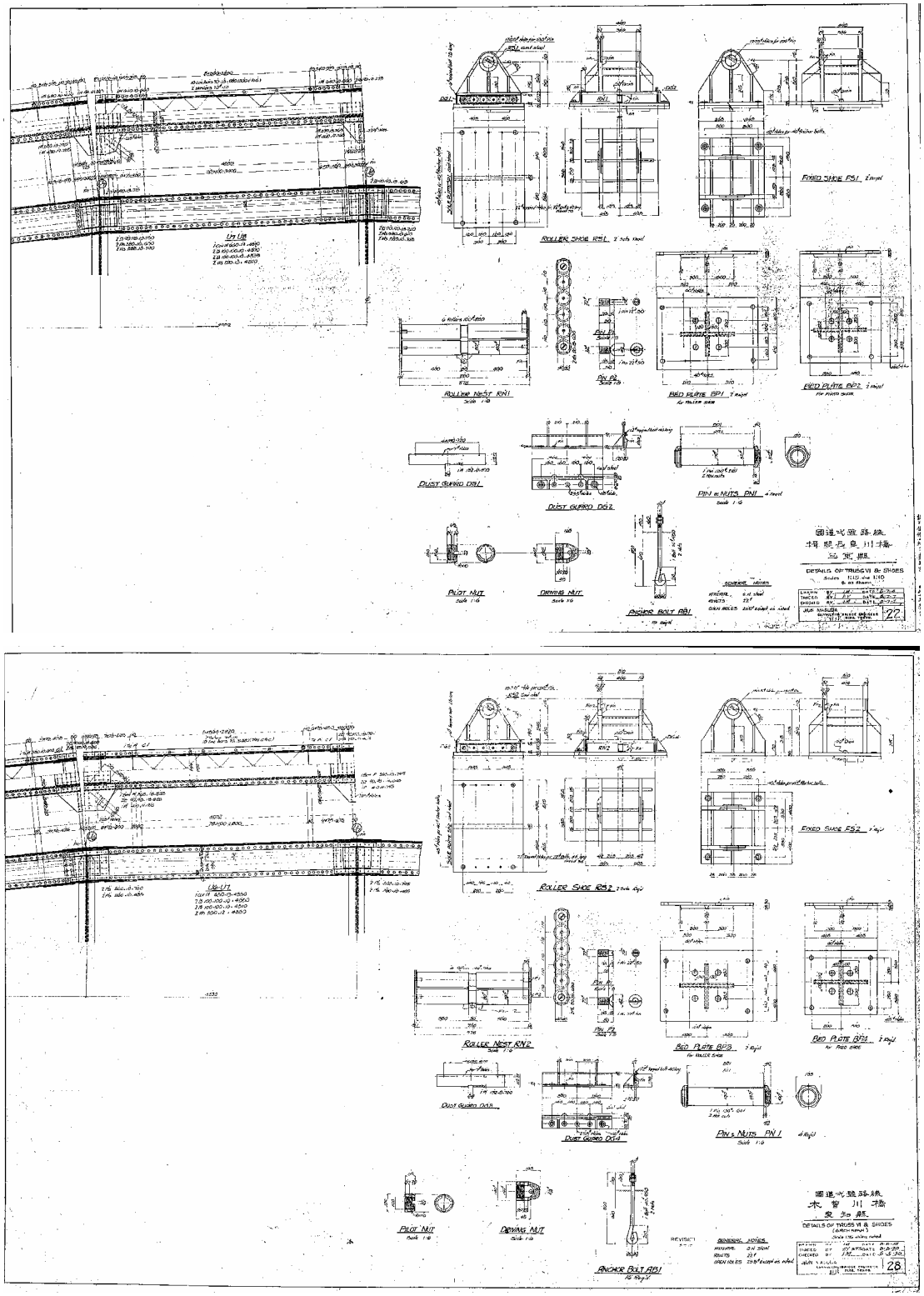


図-23　図面構成の比較（上段：伊勢大橋、下段：尾張大橋）

６．おわりに

当時渡船を使用しなければ対岸に渡ることの出来なかった木曽川は、近代的交通機関である自動車の交通を許さず、文献 2)にも記されている通り、その不利不便は甚大なものであり、日本の近代化への発展における大きいな妨げであった。そんな状況の中で架橋された本橋は、国内で前例の無い『鋼ランガートラス形式』を採用したことからも、近代化の象徴として期待の大きいものだったと考えられる。

鋼ランガートラス形式の第 2 号として架橋された伊勢大橋においては、架け替えが予定されているとのことであるが、本橋においては近年塗り替えが行われたことからも、まだまだ現役で活躍してくれることが期待出来る。

参考文献

1) 道路構造に関する細則（大正 15 年）
2) 佐々木　銑：木曽川大橋工事概況、土木学会誌　第 19 巻第 5 号、昭和 8 年 5 月

番号	掲載	名称	作図者	作図日
1		GENERAL PLAN & PROFILE		
2		GENERAL ELEVATION & PLAN		
3	○	GENERAL ELEVATION OF TRUSS AND CROSS SECTIONS	I.M	5-2-12
4	○	DETAILS OF EAST ABUTMENT	M.J	5-2-12
5		DETAILS OF WEST ABUTMENT	M.J	5-5-14
6	○	FLOATING CAISSON FOR PIER No.11	K.I	5-5-25
7		FLOATING CAISSON FOR PIER No.10&12	K.I	5-5-26
8	○	CUTTING EDGES & REMOVABLE WOODEN COFFER DAM FOR CAISSON & TYPICAL DETAILS OF FORMS	K.I	5-6-5
9	○	DETAILS OF CONCRETE WORK INSIDE OF FLOATING CAISSON FOR PIERS 10-11 & 12	K.I	5-5-28
10	○	CONCRETE WORK ABOVE FLOATING CHAMBER FOR PIERS No.10-11 & 12	K.I	5-5-30
11		LAND CAISSON FOR PIERS 1 to 9 & 13	K.I	5-6-3
12		DETAILS OF SHAFT FOR ALL PIERS	M.J	5-5-20
13		DETAILS OF MAN & MATERIAL SHAFTS FOR PNEUMATIC CAISSON		
14	○	DETAILS OF MAN & MATERIAL LOCKS FOR PNEUMATIC CAISSON		
15	○	DETAILS OF FLOOR SLAB	M.J	5-5-6
16	○	DETAILS OF STRINGERS & FLOOR BEAMS (SIMPLE SPAN)	R.I	5-5-20
17	○	DETAILS OF TRUSS I (SIMPLE SPAN)	I.M	5-5-3
18		DETAILS OF TRUSS II (SIMPLE SPAN)	I.M	5-5-6
19		DETAILS OF TRUSS III (SIMPLE SPAN)	I.M	5-5-8
20	○	DETAILS OF DIAGONALS (SIMPLE SPAN)	I.M	5-5-5
21		DETAILS OF BOTTOM LATERALS AND SHOES (SIMPLE SPAN)	R.I&I.M	5-5-9
22	○	DETAILS OF STRINGERS, FLOOR BEAMS & EXPANSION JOINTS	R.I	5-5-20
23	○	DETAILS OF TRUSS I (ARCH SPAN)	I.M	5-5-13
24		DETAILS OF TRUSS II (ARCH SPAN)	I.M	5-5-14
25		DETAILS OF TRUSS III (ARCH SPAN)	I.M	5-5-19
26		DETAILS OF TRUSS IV (ARCH SPAN)	I.M	5-5-17
27		DETAILS OF TRUSS V (ARCH SPAN)	I.M	5-5-21
28	○	DETAILS OF TRUSS VI & SHOES (ARCH SPAN)	I.M	5-5-19
29	○	DETAILS OF DIAGONALS & VERTICALS (ARCH SPAN)	R.I	5-5-17
30		DETAILS OF SUSPENDERS FOR ARCH SPAN	I.M	5-6-3
31		DETAILS OF BOTTOM LATERALS (ARCH)	R.I	5-5-3
32	○	DETAILS OF TOP LATERALS	I.M	5-5-30
33	○	DETAILS OF PORTALS & SWAY BRACINGS	I.M	5-5-22
34	○	DETAILS OF HANDRAILS & PEDESTAL	I.M	5-5-20
参考図		DETAILS OF SHOES	I.M	5-5-5
		潜函作業計画図	K.I	5-8-30
		木曽川橋参考図面　逓信省ケーブル孔	M.J	8-12-1

尾張大橋の抜粋図面