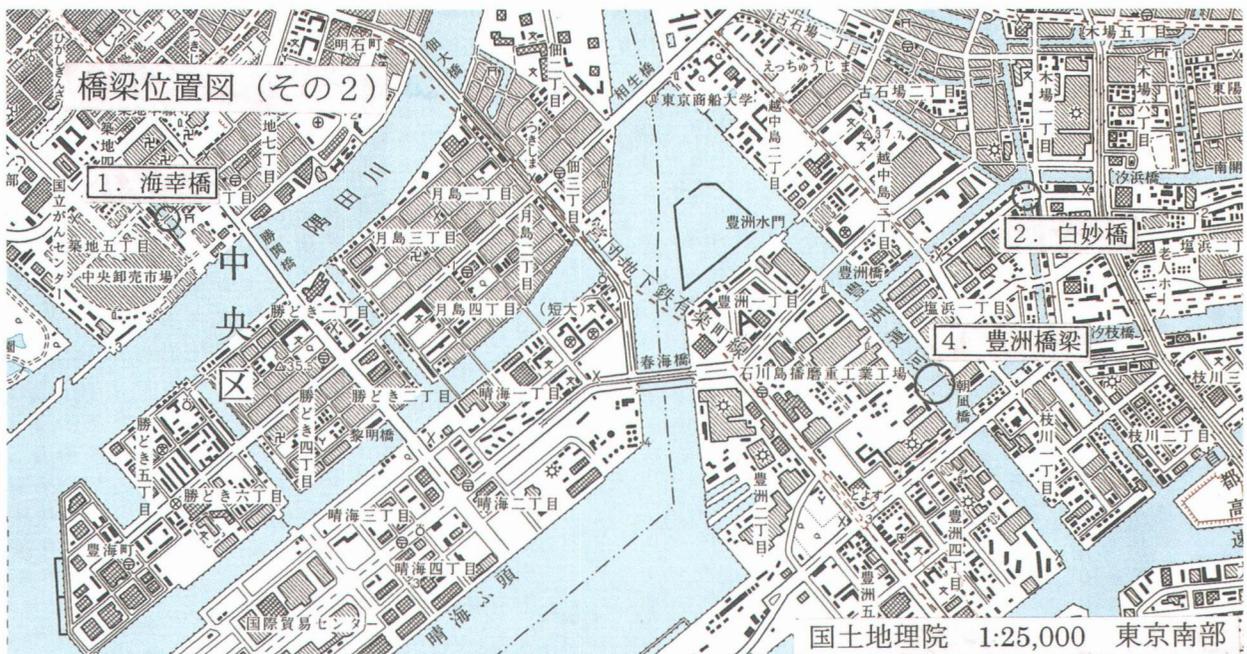
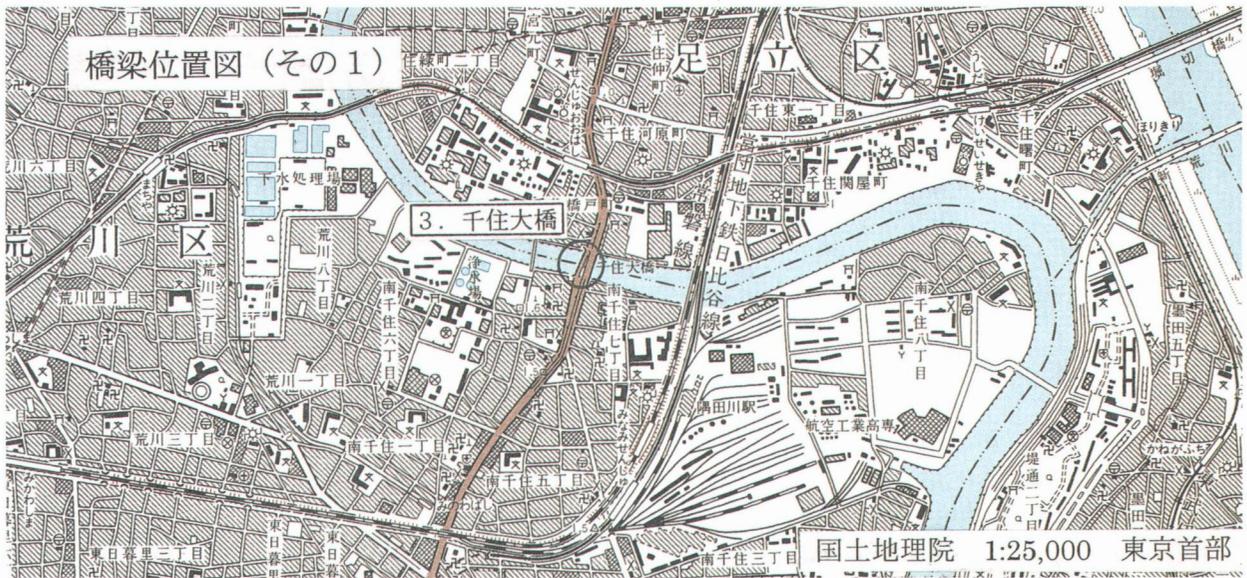


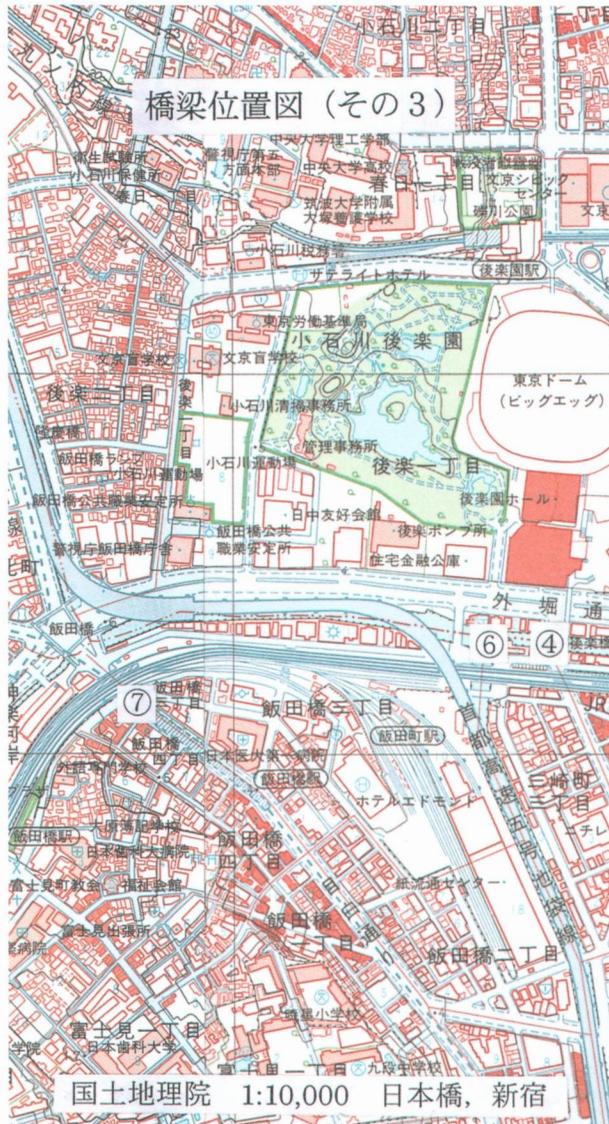
### § 3. 歴史的鋼橋を訪ねて

平成9年度に見学・調査を実施した橋梁

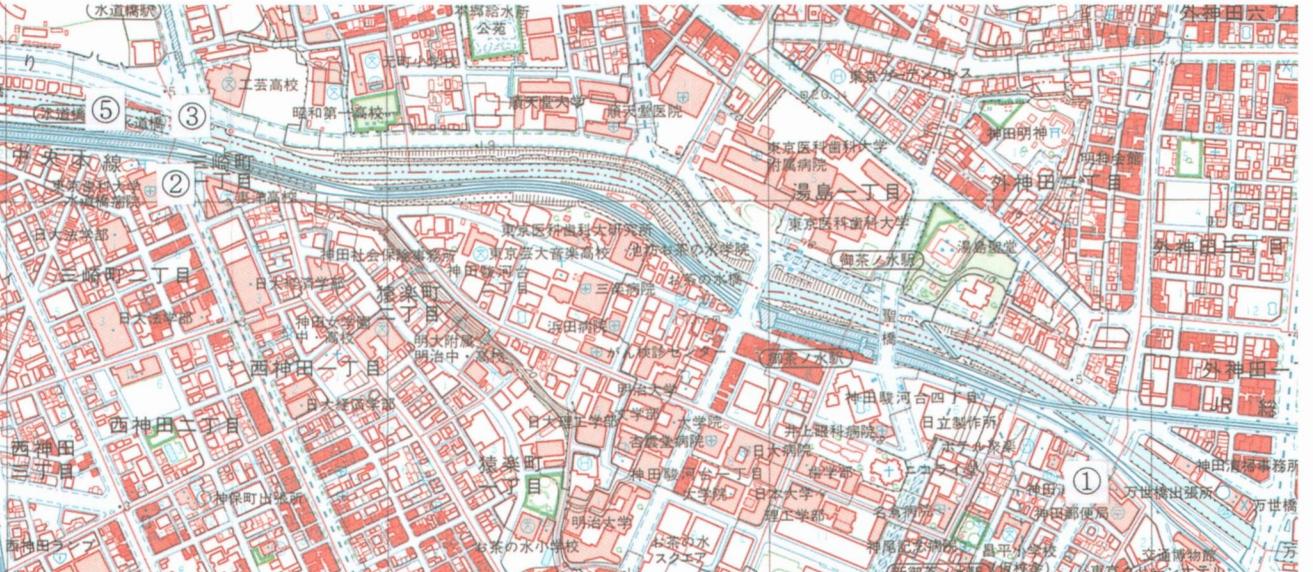
	橋名	所在地	竣功年	構造形式
- 1	海幸橋	中央区築地	昭和 2(1927)	下路ラング-式タイト-アーチ
- 2	白妙橋	江東区塩浜	昭和 12(1937)	下路ラング-式タイト-アーチ
- 3	千住大橋	荒川区-足立区	昭和 2(1927)	下路ブレストリブタイト-アーチ
- 4	豊洲橋梁	東京都専用線(廃線)	昭和 28(1953)	下路カンチバ-式ラング-ガーダー



－ 5 J R中央線 神田－飯田橋の架道橋



	橋名	所在地	竣工年	構造形式
①	昌平橋架道橋	神田－御茶ノ水	明治 45(1912)	上路カンチバ－式プレートガ－ダ－
②	水道橋架道橋	御茶ノ水－四ツ谷 (急行線)	昭和 8(1933)	下路カンチバ－式ラーメンガ－ダ－
③	新水道橋架道橋	御茶ノ水－水道橋 (緩行線)	明治 37(1904)	下路カンチバ－式プレートガ－ダ－
④	第一三崎町通り架道橋	水道橋－飯田橋 (緩行線)	大正 15(1926)	上路カンチバ－式プレートガ－ダ－
⑤	第二三崎町通り架道橋	水道橋構内 (緩行線)	明治 37(1904)	上路プレートガ－ダ－
⑥	小石川橋通り架道橋	水道橋－飯田橋 (緩行線)	明治 37(1904)	上路ワーレントラス 下路プレートガ－ダ－
⑦	飯田橋通り架道橋	飯田橋構内	大正 15(1926)	下路カンチバ－式ラーメンガ－ダ－



－ 1. 海幸橋 (かいこうはし)



全 景 写 真

1. データ<sup>2) 5)</sup>

竣工年月 : 昭和 2 年 (1927) 10 月 22 日  
路線名 : 中央区道第 490 号線  
所在地 : 東京都中央区築地 4 丁目 - 5 丁目  
跨越対象 : 築地川東支川 (平成 7 年に埋め立て)  
橋長・幅員 : 27.5×16.8(9.0+2@3.0)m  
構造形式 : 下路ランガー式補剛タイドアーチ  
径間数・支間長 : 1×26.213m  
設計活荷重 : 自動車 12tf, 転圧機 14tf, 群集荷重  
鋼 重 : 不 明  
設計者/設計年 : 遠藤/  
製作者/製作年 : 不 明  
架設者/架設年 : 不 明  
下部工形式 : [橋台] 鉄筋コンクリート  
基礎工形式 : [橋台] 木杭  
備 考 :

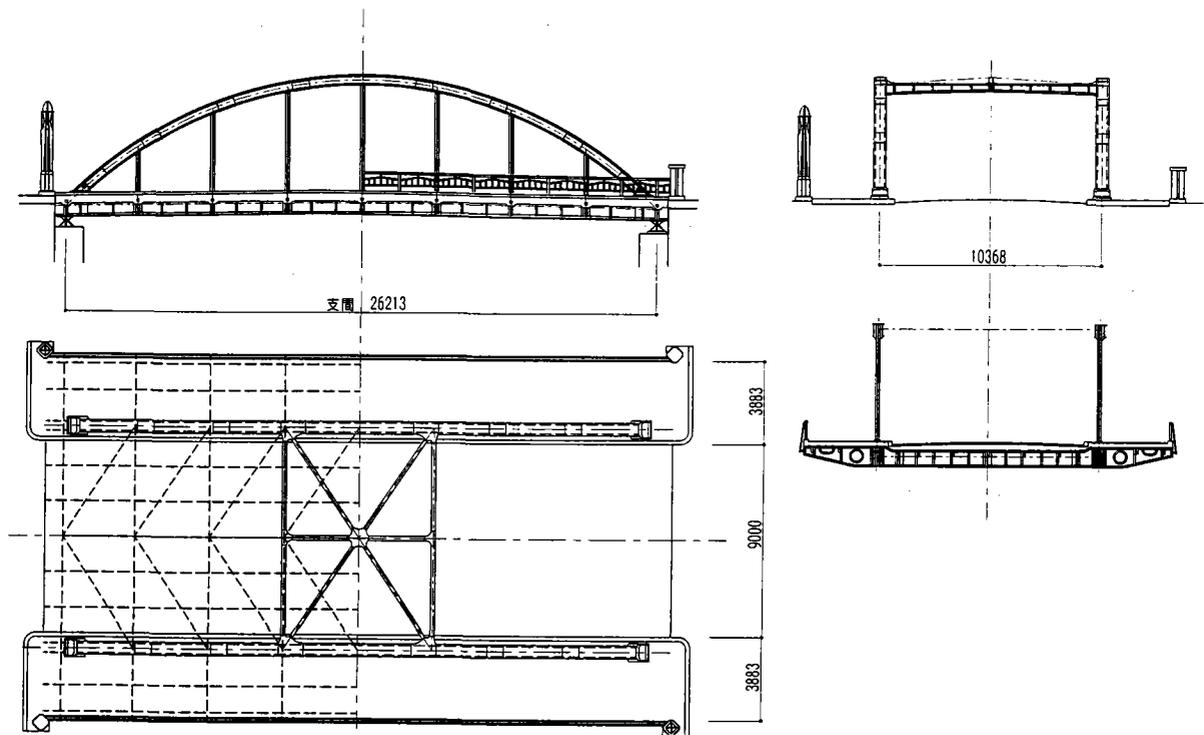


図-1. 一般図 [掘井作図]

## 2. 概要

### (1) 建設の経緯

現在の中央区築地市場周辺は、明治時代には海軍造兵廠用地として利用されており、海軍関連施設が立ち並ぶ海軍省の中樞であった。大正12年(1923)9月に関東大震災が発生し、市内に散在する各卸売市場はそのほとんどが罹災し、市民への食料品の供給が途絶状態となった。そのため、東京市は同年12月1日に、この海軍用地の一部に仮の東京魚市場を開設した。これが、いまの築地市場の始まりであると言われている<sup>1)</sup>。

その後、東京市と海軍との間で正式な用地交渉がおこなわれ、昭和5年(1930)より本市場建設工事が着工されることとなった。市場用地は、隅田川と築地川本川、東支川に囲まれており、市場の建設に伴い築地川東支川には新たに3つの橋が架けられた。そのうち、昭和2年(1927)に、隅田川との合流部付近に東京市により建造された下路アーチ橋が海幸橋である。

築地川東支川の河口部には、もともと安芸橋という桁橋が架けられていたが、その橋は市場の建設に合わせて撤去された。よって、それ以降、この海幸橋が築地川東支川の第一橋梁となった<sup>3) 7)</sup>。

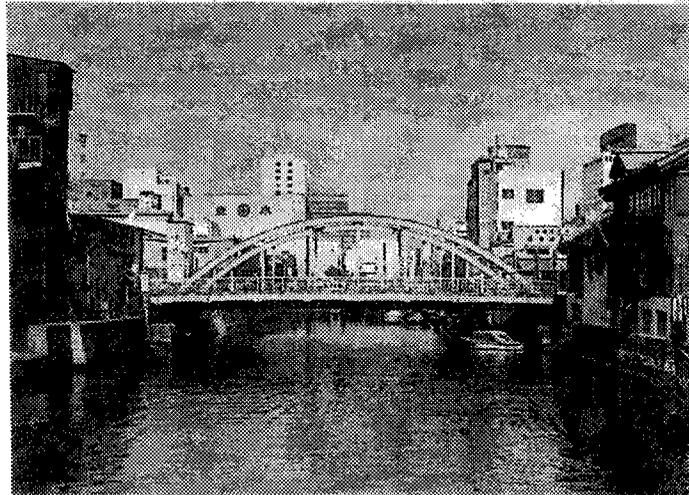


写真-1. 埋め立てられる前の築地川東支川と海幸橋<sup>6)</sup>

## (2) 構造上の特徴

海幸橋の構造上の特徴を挙げると次のとおりである。

### 1) アーチリブの形状

鋼アーチ橋では、アーチリブのスケルトンは放物線として設計、製作される場合が一般的である。しかし、本橋のアーチリブの形状は、曲率半径約 18m の単円で構成されており、 $f$  (ライズ/スパン比) は、約  $1/4.8$  と比較的ライズの高いプロポーションとなっている。

### 2) アーチリブと下弦材の断面

アーチリブと下弦材の断面構成を [図-2] に示す。部材高さ (山型鋼背面間隔) はアーチリブが約 470mm であるのに対して、下弦材は約 930mm あり、下弦材は床版を支える横桁を支持している。下弦材は、タイドアーチのタイ材と言うよりは、むしろ主桁作用を持った曲げ

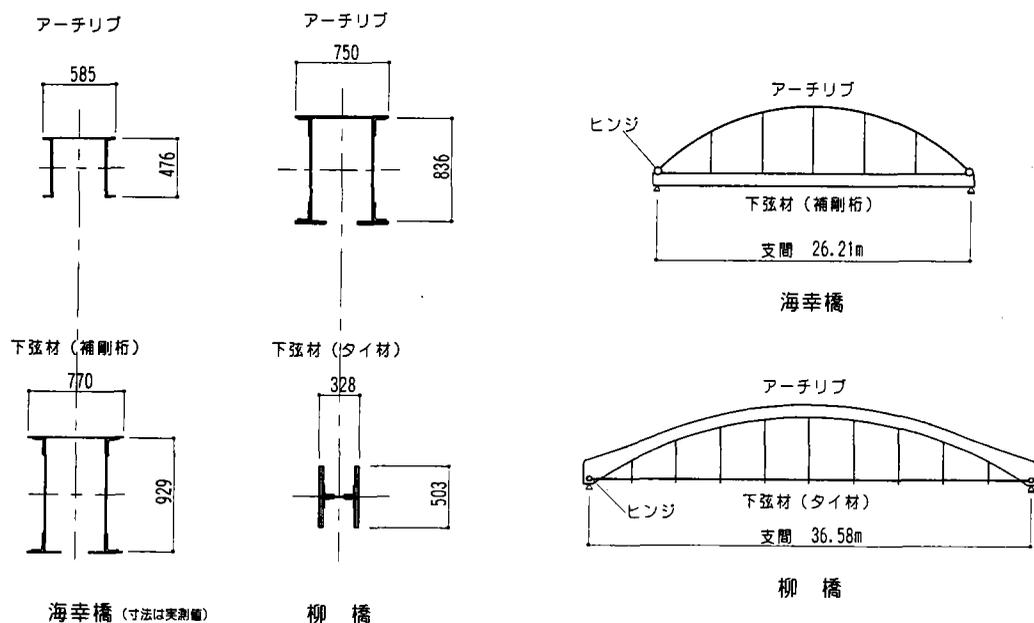


図-2. 海幸橋と柳橋の断面形状の比較 [実測および文献5)を参考に掘井作図]

引張部材として設計されているものと思われる。また、アーチリブと下弦材の断面二次モーメントを比較すると  $I_a/I_g$  は約  $1/10$  となる。これは、現代の設計手法から判断すると、明らかにランガー桁の断面バランスに近く、下弦材は補剛桁であると言える。

ここで、同規模のスパンを持つ下路タイドアーチ橋として、昭和4年(1929)に架けられた柳橋(スパン  $L=36.6\text{m}$ )の断面を [図-2] に合わせて示す。部材高さはアーチリブが約  $850\text{mm}$ 、タイ材が約  $500\text{mm}$  であり、海幸橋と比較するとアーチリブと下弦材の断面バランスが逆転していることがよくわかる。

### 3)アーチリブと下弦材の接合部

アーチリブは下弦材(補剛桁)にガセットなどを介してリベットで剛結されるのではなく、ヒンジ接合されている。ヒンジ構造は、下弦材より床版を貫通して路面上に立ち上がった2枚のピンプレート間にアーチリブを差し込み、それらをピンで綴じ合わせたシンプルなピン結合となっている。

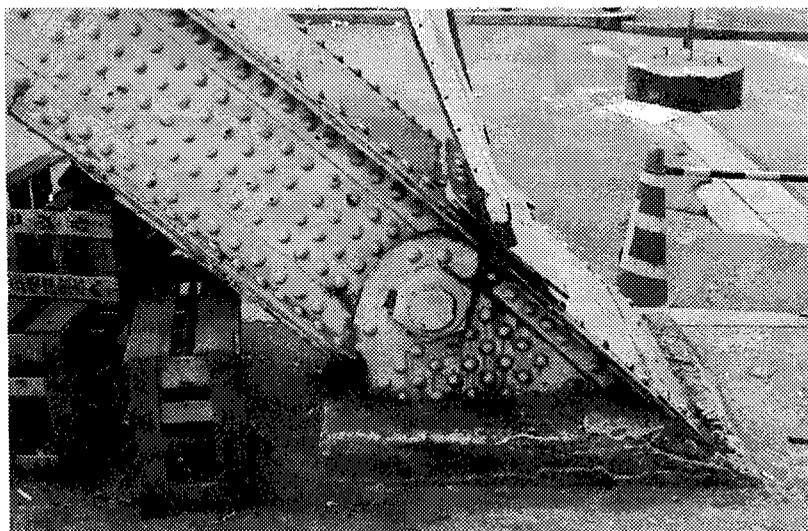


写真-2. アーチリブと補剛桁のヒンジ接合部

### 4)親柱

本橋は意匠的にも特徴を持っており、照明が組み込まれた背の高い親柱が、橋梁中心に対して点对称に配置されている。また、この親柱の様式はアムステルダム派のデザインであると言われている<sup>9)</sup>。

アムステルダム派とは、1910年頃その名のとおりオランダのアムステルダムで流行した建築様式で、直線的で無機質になりがちな煉瓦作りの集合住宅の意匠に、大胆な曲面や曲線状の切り込みを取り入れたのがその始まりであると言われている。

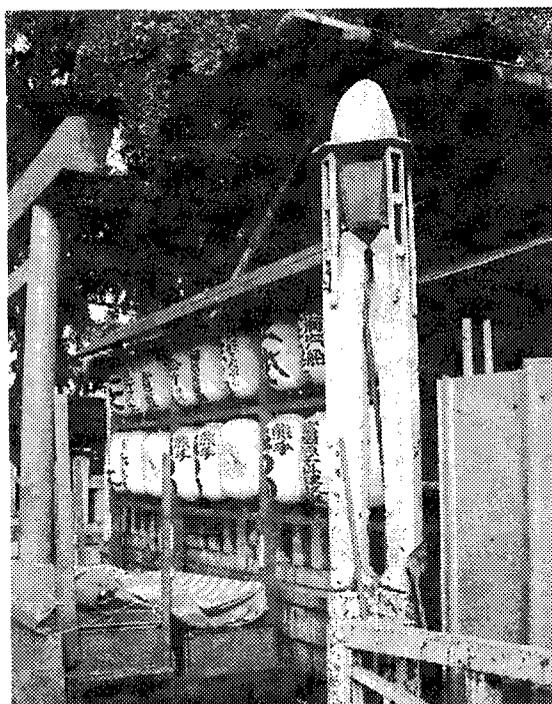


写真-3. 親柱

### (3) 構造形式誕生の要因

海幸橋の建設に関する詳しい記録は、ほとんど残っておらず、このような特異な構造を持つ下路アーチ橋がどのような理由により誕生したかは不明である。しかし、その要因として下記のような推測が考えられないであろうか。

- 1) 桁下空間を確保するために、および、ランドマークとしての機能を持たせるために下路形式の橋梁にする必要があった<sup>6)</sup>。しかし、支間 26.2m は通常のソリッドリブタイドアーチ構造とするには短く、上横構部材が道路建築限界をクリアするには、必然的にライズの高いプロポーションにせざるを得なかった。また、それではトップヘビーな印象を与える構造となり、築地川東支川の第一橋梁として景観的にも好ましくなかった。
- 2) そこで、桁橋をアーチで補剛した補剛アーチ（ランガー桁）形式が採用された。しかし、その当時、わが国ではランガー桁の施工実績は皆無でありまったく新しい構造形式であった。海幸橋はその規模や路線の重要度から見ても、そのような新しい試みをするには都合が良かったとも考えられる。
- 3) ライズが高いうえに格点数も少ないため、通常のランガー桁のように格点位置でアーチリブを折り曲げた場合、角折れが目立ちボーストリングトラスのような骨組みとなり、アーチ橋の持つ構造美が損なわれてしまう。そこで、アーチリブの形状を滑らかな円曲線とした。
- 4) ランガー桁の場合、アーチリブは基本的には軸力部材であるが、円曲線とすることにより部材には二次曲げが作用する。現在では、アーチリブ端部と下弦材を剛結構造とすることが一般的となっているが、その当時は、このような複雑な応力状態となる部位の設計手法が確立されていなかった。そこで、ヒンジを設けることにより端部の曲げモーメントを解放し、トラス部材の格点のように軸力とせん断力のみを補剛桁に伝える構造として設計されたものと考えられる。

さて、海幸橋がランガー桁であるということを裏付けるもう一つの理由として、江東区の平久川に架かる白妙橋がある。この橋の詳細については § 3-2 で述べることにする。

### (4) 歴史的な位置付け

我が国の橋梁史において、鉄道橋では昭和 7 年(1932)に竣功した総武線隅田川橋梁、道路橋では昭和 8 年(1933)に竣功した国道 1 号線の尾張大橋が、最初のランガー桁とされていた<sup>8)</sup>。しかし、今回の調査により小規模ながら最初のランガー桁が、それらより 5 年前にすでに存在していたことになる。また、現在、築地川東支川、南支川はすべて埋め立てられ、そこに架けられていた橋梁もそのほとんどが埋没あるいは撤去されている。よって、現存する海幸橋は、当時の築地市場および築地川の歴史を物語る唯一の橋梁である。

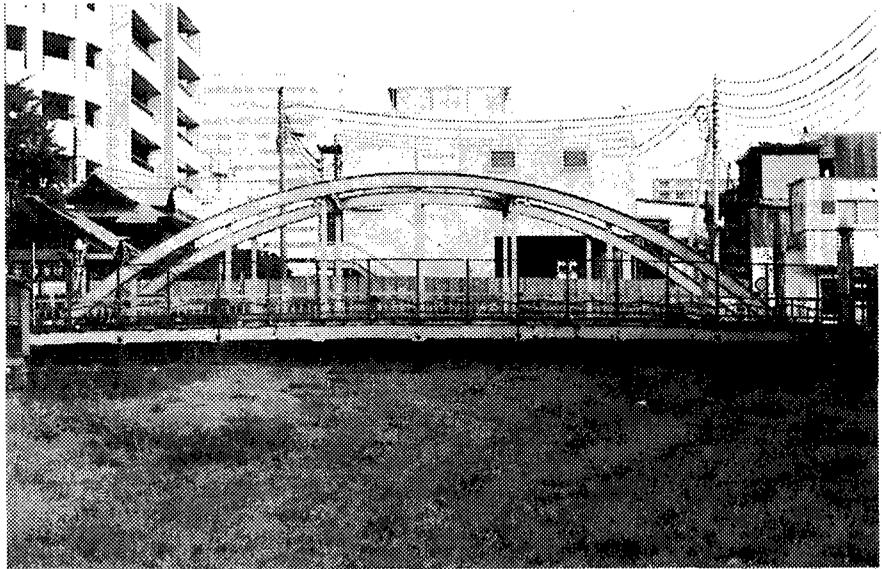
ところで、現在、中央区により築地市場およびその周辺の改築事業が進められており、この橋も近い将来撤去が予定されている。

### 3. この橋の見どころ

#### 側面全景

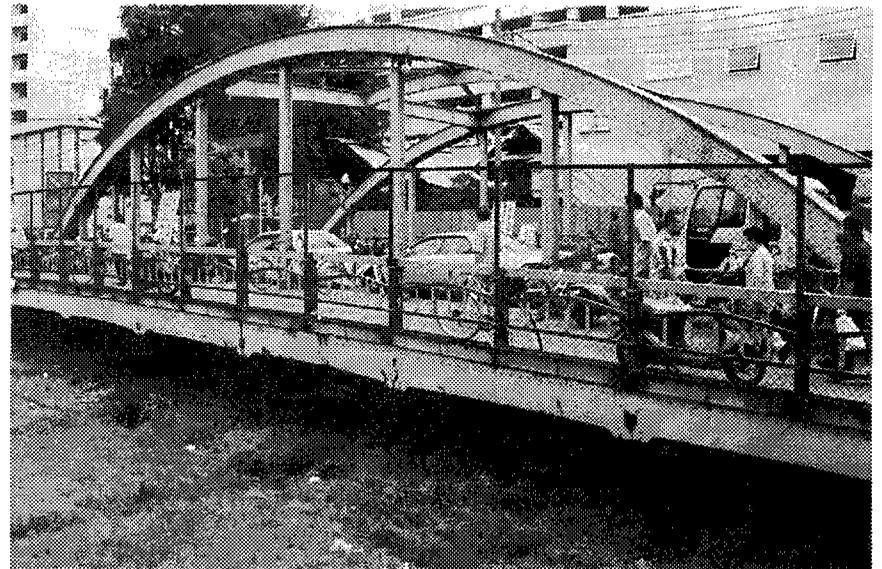
埋め立てられた築地川東支川を河口方向に望む。川は桁下50cm程度まで埋め立てられている。

アーチリブは半径約18mの単円で構成されている。



#### 化粧版

歩道部側面にブラケットを隠すように化粧版が取り付けられている。化粧版の高さは真ん中でわずかに絞られている。ブラケット先端には、高欄の控え材が取り付けられていたエンブレムのような飾り板が見られる [図-3]。高欄はオリジナルではないようである。



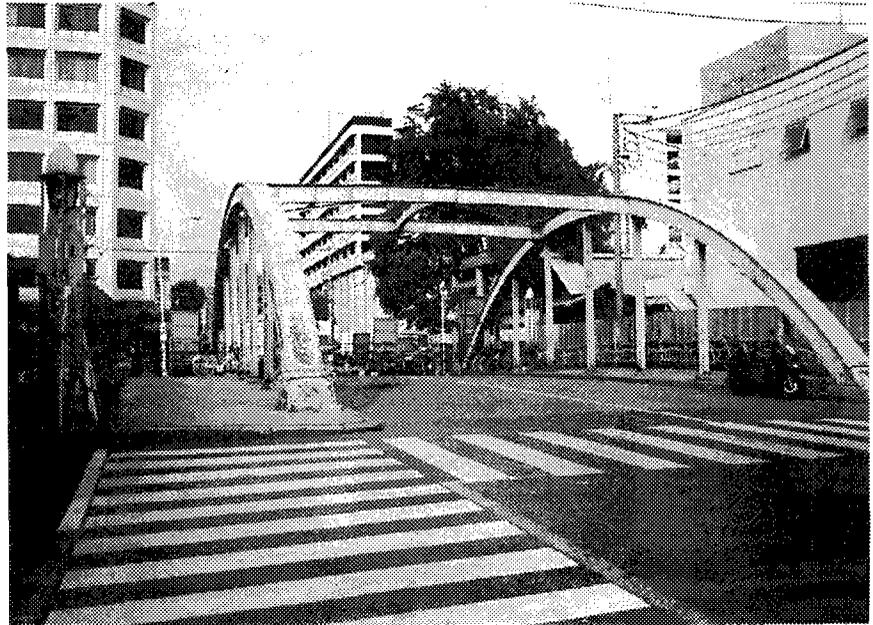
#### 上横構

アーチ支間が短くライズも約5mと低いので、上横構は中央の2パネルのみに設けられている。橋門構は中央部でわずかに桁高が絞られており、中央の橋軸方向支材もアーチリブと同じ円曲線で製作されている。また、ガセットにもR加工を施すなどディテールに細かい配慮が成されている。



### 親柱の配置

左岸（向側）は下流側、  
右岸（手前側）は上流側の  
橋詰に親柱が設置されてお  
り、橋梁中心に対して点对  
称となっている。



### 親柱の頭部

照明が組み込まれた親柱の頭部  
親柱の高さは約3.2mある。両岸  
ともボロボロの状態であり、照明  
は点灯しない。

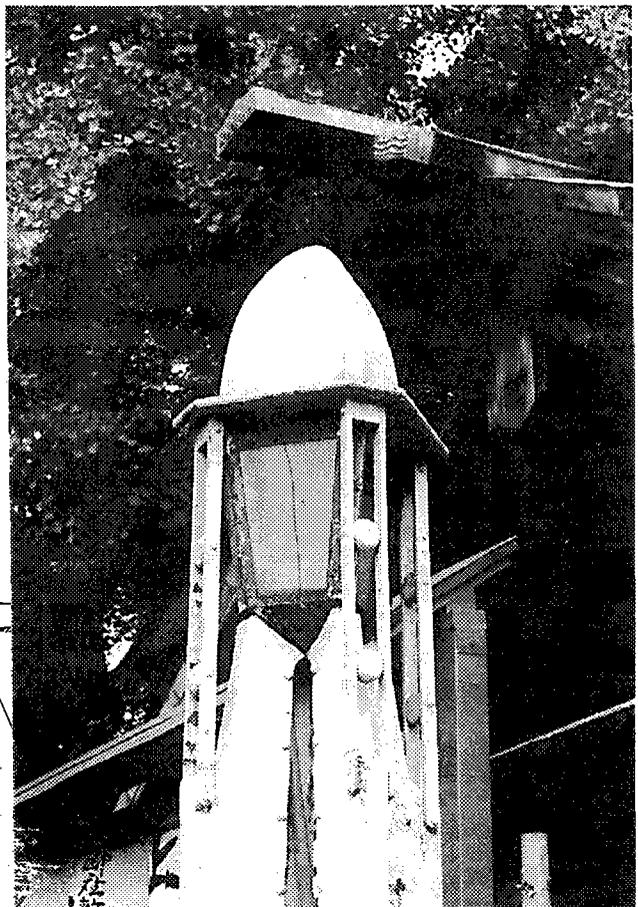
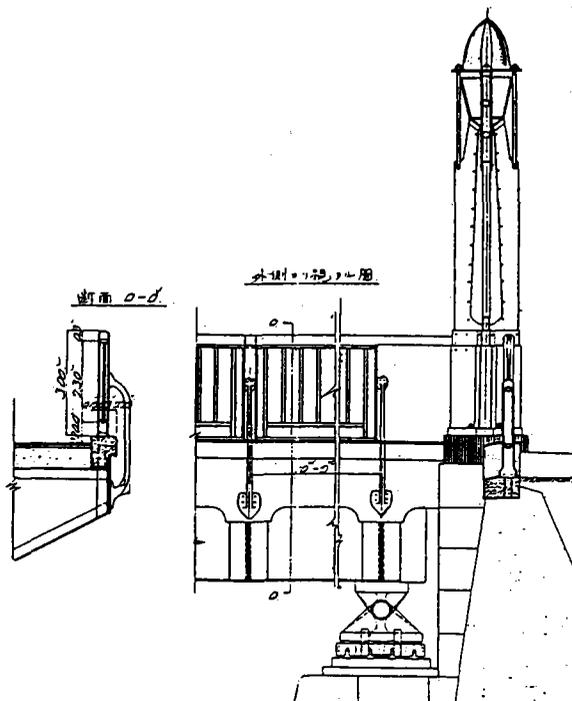
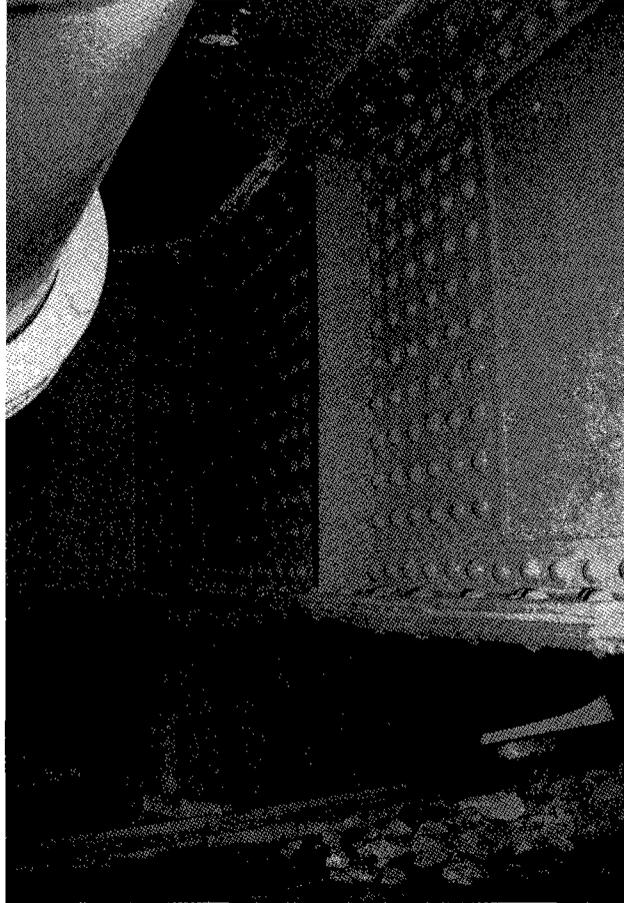


図-3. 親柱と高欄<sup>10)</sup>

### 補剛桁端部の構造

アーチリブのピンプレートが補剛桁ウェブの外側に鎮結されている様子がわかる。橋歴版は見あたらない。

写真は左岸側の固定支承であり、沓座高さまで埋め立てられている。



[執筆担当 掘井 滋則]

### 参考文献

- 1) 東京市役所：「東京中央卸売市場築地本場・建築図集」,pp.81～85,1935.1.
- 2) 中央区教育委員会：「中央区の橋・橋詰広場」,pp.276-277,1998.3.
- 3) 中央区立京橋図書館：「郷土史だより」付録地図（旧京橋区の部）,1977.6.
- 4) 復興局土木部橋梁課篇：「橋梁設計図集－第5輯」,シビル社,pp.28～38,1930.5.
- 5) 土木学会：「歴史的鋼橋集覧」,第一集下巻,pp.371-372.1997.12.
- 6) 伊東 孝：「東京の橋」,鹿島出版会,pp.126-127,164,1986.12.
- 7) 石川悌二：「東京の橋」,新人物往来社,pp.183～184,1977.6.
- 8) 藤井郁夫：「橋梁史年表」,(財)海洋架橋調査会,pp.713,855,886,1992.9.
- 9) 白井 裕：「隅田川 橋の紳士録」,東京堂出版,pp.108,1993.9.
- 10)海幸橋図面

－ 2. 白妙橋 (しろたえはし)



全景写真

1. テータ<sup>1) 2)</sup>

竣工年月 : 昭和 12 年 (1937)  
路線名 : 区道第 3145 号線  
所在地 : 東京都江東区塩浜  
跨越対象 : 平久川  
橋長・幅員 : 39.4×15.0(9.0+2@3.0)m  
構造形式 : 下路ランガー式補剛タイドアーチ  
径間数・支間長 : 1×37.8m  
設計活荷重 : 自動車 12tf, 転圧機 14tf, 群集荷重  
鋼重 : 不明  
設計者/設計年 : 安宅 勝, 瀧尾達夫, 佐野/  
製作者/製作年 : (株)宮地鐵工所/  
架設者/架設年 : (株)宮地鐵工所/昭和 11 年 (1936)  
下部工形式 : [橋台] 鉄筋コンクリート重力式  
基礎工形式 : [橋台] 木杭  
備考 :

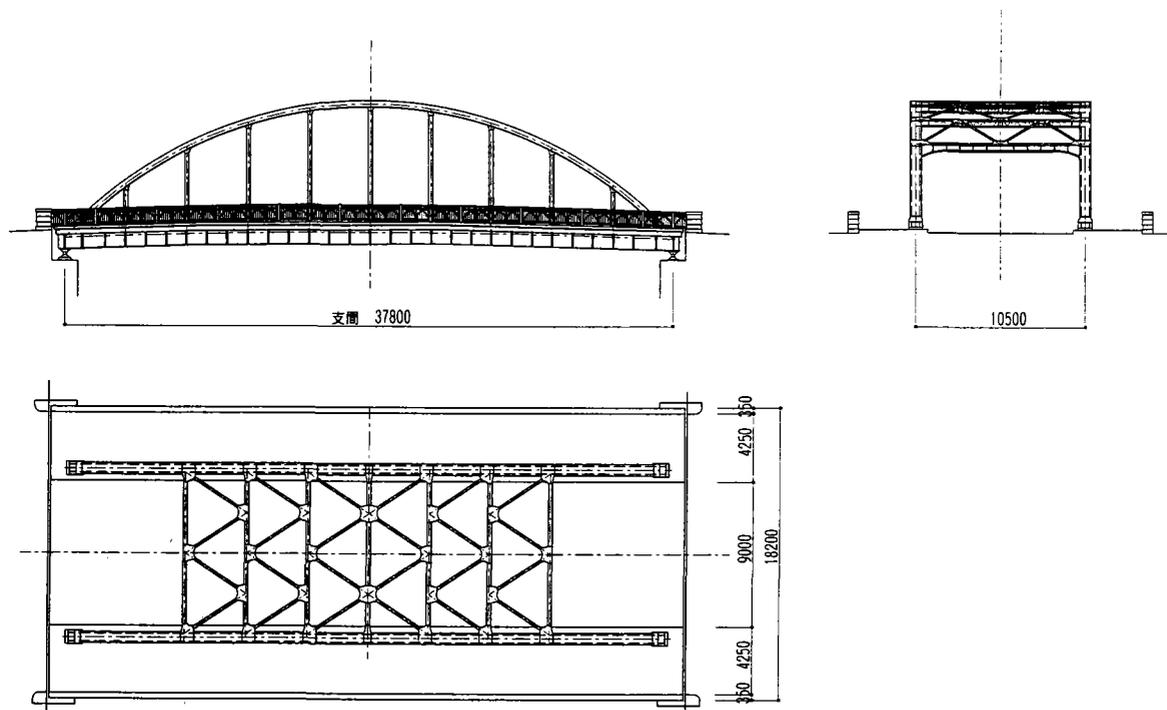


図-1. 一般図 [文献 1)に基づき掘井作図]

## 2. 概要

江東区に木場を起点として南に向かって流れる平久（へいきゅう）川という変わった呼び名の水路がある。これは、昔のこのあたりの地名であった平富町の「平」と久右衛門町の「久」を合わせて「平久」と名付けたと言われている。隅田川左岸地域は、もともと江戸末期には今の木場や東陽町付近が海岸線であったが、明治、大正と東京市のゴミ処理場として埋め立てが行われ海岸線は徐々に南下していった。そこで、木場周辺の水運を確保するために開削されたのがこの平久川である。

ところで、この木場周辺は、恵まれた水運を利用して大正時代より一大産業地帯へと発展していったが、工場の地下水汲み上げによる地盤沈下が進み、昭和初期にはすでにかかなりの地域が海拔ゼロメートルとなっていた。そのため、高潮や洪水による被害が後を絶たなかったようである。

昭和5年(1930)頃には現在の枝川、豊洲周辺の埋め立てが完了し、当時の平久川河口付近には木製の桁橋が架けられた。しかし、その橋は昭和10年(1935)9月の暴風雨による高潮で損壊したため、昭和12年(1937)に鋼下路アーチ橋に架け替えられた。それが現在の白妙橋である。

隅田川左岸地域は、小名木川、仙台堀川、そして大横川などの運河が基盤目状に張り巡らされており、それらの運河が交差する箇所には下路トラス橋が架けられている場合が多い。白妙橋も平久川と汐浜運河の交差する箇所に位置するが、平久川の河口にほど近かったため第一橋梁として下路アーチ橋が選定されたとも考えられないだろうか。ちなみに、この橋名の「しろたえ」とは波、雲などにかかる枕詞でもあり、海をイメージして命名されたとも考えられる。

さて、この橋には構造的に大きな特徴がある。それは、§3-1の海幸橋と全く同じ構造形式を有するアーチ橋であることである。すなわち、アーチリブ形状は円曲線を成しその断面は補剛桁と

比べると細く、アーチリブと下弦材の断面二次モーメントを比較すると  $I_a / I_g$  は約  $1/10$  である。また、アーチリブ両端と補剛桁との接合部にはヒンジが設けられている。ただし、そのヒンジ構造には若干の違いが見られる。海幸橋は左右2枚のピンプレート間にアーチリブを差し込む単純なピン接合であるのに対して、白妙橋のそれはアーチリブの中に鋳物のピン支承が組み込まれており防錆的に好ましい構造に改良されている。また、橋梁全体を比較しても白妙橋は海幸橋よりかなり完成されている印象を受ける。

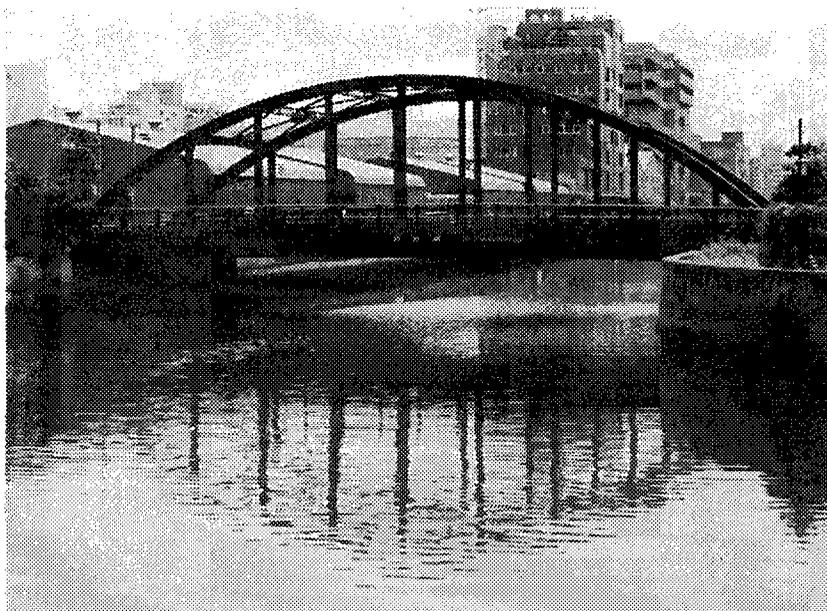
この橋に関しては、図面や工事契約の内容を示す比較的詳細な資料が残っており、それによると、設計には当時の東京市土木局橋梁課長の安宅 勝や瀧尾達也らが関わっている。さらに、その資料には、この橋梁形式について「一径間ランガー式補剛繫拱橋」と明記されている。すなわち、現在で言うところの下路ランガー桁である。今まで、震災復興から戦前までの間に東京都心部に架けられた下路アーチ道路橋のほとんどは、すべて床組に主桁作用を負担させないタイドアーチ橋として設計されていると思われていたが、このように、桁橋をアーチで補剛したランガー桁が存在していたことはあまり知られていない。また、ランガー桁のアーチリブは直線部材を格点で折り曲げた形状とするのが一般的であるが、このように円曲線としたものがランガー桁初期の時代に存在したのも意外である。我々が調査した範囲では、このような特異な構造をもつ鋼下路アーチ橋は、この白妙橋と海幸橋以外には存在しないものと思われる。

### 3. この橋の見どころ

#### アーチリブ

アーチリブは中立軸位置で  $R=25.5m$  の円曲線により製作されている

最近、大がかりなメンテナンスが施されマルーン系の色に塗り替えられた。白妙橋と言う橋名には少し不似合いな印象を受ける。



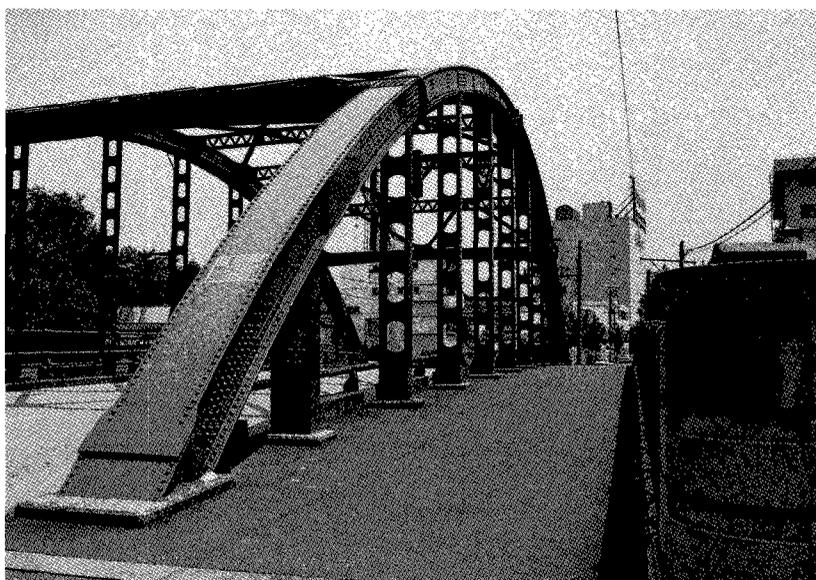
### アーチリブヒンジ部

アーチリブの中に鋳物のヒンジ支承が組み込まれている。海幸橋のヒンジ構造と比べると防錆的にも好ましい構造に改良されており、くたびれた印象を少しも受けない。



### 垂直材

垂直材はすべてアングルにタイプレートを組み合わせて構成されており、腹板に長円の開口を設けたような構造となっている。鋼重軽減のためであろうか。解放感はあるが、橋の規模の割には少し鬱陶しい感じを受ける。



[執筆担当 掘井滋則]

### 参考文献

- 1) 東京都公文書館蔵：昭和 11 年土木橋梁,冊 26(319-C1-2)
- 2) 土木学会：「歴史的鋼橋集覧」,第一集下巻,Vol.1,pp.502-503.1997.12.
- 3) 伊東 孝：「東京の橋」,鹿島出版会,1986.12.
- 4) 江東区教育委員会：「おはなし江東区」,1997.9.

### － 3. 千住大橋（せんじゅおおはし）



全 景 写 真

#### 1. データ

- 竣功年月 : 昭和 2 年（1927）11 月 30 日  
所在地 : 東京都荒川区南千住 6 及び 7 丁目～足立区千住橋戸町（国道 4 号線 日光街道）  
跨越対象 : 隅田川  
橋長・幅員 : 92.5×24.2m（車道 16.5m＋歩道 2@3.85m）  
構造形式 : 下路ブレストリブタイドアーチ（主構間隔 18.0m, アーチライズ …タイ材～アーチ下弦材間 11.0m）  
設計活荷重 : 一等橋（大正 15 年 6 月道路構造に関する細則案）街路荷重  
径間数・支間長 : 1×90.0m  
鋼 重 : 1501tf  
設計者／設計年 : 増田 淳／  
製作者／製作年 : 石川島造船所／昭和 2 年（1927）  
架設者／架設年 : 石川島造船所／昭和 2 年（1927）  
下部工形式 : [橋台] 鉄筋コンクリート（逆 T 型）  
: [橋脚]  
基礎工形式 : [橋台] 杭基礎  
: [橋脚]  
備 考 : 隅田川に架かる橋の中で最も歴史のある橋  
橋長、幅員、支間長、鋼重については文献によりデータが異なっているので、  
今回の執筆に際して、橋梁諸元比較一覧（文末参照）を作成し整理した。

## 2. 概要（歴史と特徴）

徳川氏江戸入府後間もない文禄3年（1594）、隅田川に初めて本格的に架けられた木橋で、当初は単に「大橋」と呼ばれ、現在地よりやや上流の位置にあった。軍事的な理由から隅田川に橋を架けることをきらった徳川幕府は、奥州、日光、水戸へ通じる千住大橋だけにしていた。しかし、江戸発展に伴い、生活圏が隅田川以東にも広がっていったことや、防災上の対策から下流側に架橋を認めざるを得なくなった。そして、寛文元年（1661）に両国橋ができてからは、「千住大橋」と呼ばれるようになった。以後、千住は奥州の宿場町として栄え、板橋、新宿、品川とともに江戸四宿の一つに数えられた。また、江戸時代の俳人、松尾芭蕉は元禄2年（1689）深川より隅田川を船でさかのぼり、同年3月27日ここ千住大橋の辺りで船を降り、「奥の細道」へ旅立った地でもある。その後、橋は、いくたびかの架け替えや補修を繰り返しながら明治18年（1885）の洪水による流失まで江戸300年を生き抜いた。また、江戸幕府最後の将軍慶喜が1868年に江戸を去って水戸に向かう時に渡った橋でもあり、奇しくも、江戸開幕時に架けられ、幕府の崩壊とともにその姿を消したことになる。

流失後再び架けられた橋は、長さ66間（約120m）幅4間（約7m）大小13径間の木橋であったが、37年後の大正11年、交通事情により架け替えが議会で可決された。大正12年7月に仮橋の架設工事に着手したが、その年の9月の大震災に遭遇し、震災復興事業となる。計画は軌道延長のため幅員が増加され、工期も2年延長となり、昭和2年（1927）現在のタイドアーチ橋が完成した。昭和48年（1973）には増大した交通量をさばくため、下流側に新橋（飯桁）が架けられ、上り線を新橋で、下り線を旧橋で分担している。また、上流側には、工業用水専用橋の「千住水管橋」が昭和38年（1963）に架けられた。そのため、千住大橋は両側から新橋と水管橋にはさまれた格好になり、真横からその姿を見ることは難しい。

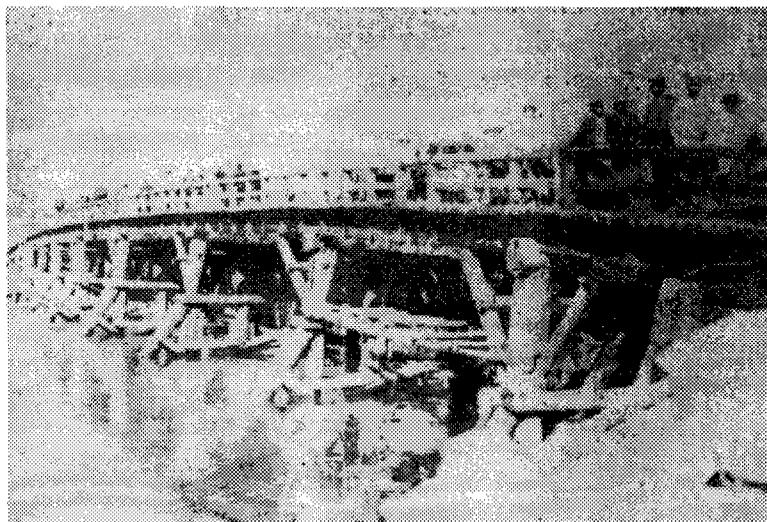


写真-1. 木橋時代の千住大橋<sup>8)</sup>

本橋は、アーチリブをトラス構造としたブレースドリブタイドアーチ形式の橋梁である。この橋梁形式は、英国の鉄道技師ロバート・スチーブンソンがスクワイアー・ウィップルの考案をもとにタイドアーチ橋を開発した。スチーブンソンはイギリスのハイ・レベル橋の建設にあたって、タイドアーチを設計し、1849年完成させた<sup>11)</sup>。日本には大正年間にドイツから入ってきた橋梁形式で、わが国で最初のタイドアーチ橋「八ッ山橋 大正3年(1914)」など一時期多数架けられたが、一般に他のアーチ橋に比べ、不経済になることからランガー桁やローゼ桁へ優先されていった。

タイドアーチは両端をタイ(引張材)でつなぐことにより、アーチが開かないように固定する構造で、アーチ支承は一般に鉛直力だけを伝える。このため、基礎地盤にあまり大きな水平力が作用しないので、地盤の悪い所にも採用することができる。隣接する水管橋は、地下水の揚水量増加による地盤沈下を防止するための工業用水の供給が目的であり、この辺りの地盤があまり良い方ではないことがわかる。それゆえ、隅田川の橋梁群には外的静定構造が多く採用されている。構造的には、御茶ノ水～秋葉原間にある松住町架道橋と同様、支点より1パネル中側の下弦材格点をタイ材で結ぶことにより、見かけ上中路式のような構造となっている。支間長に対するアーチライズ(タイ材～アーチ下弦材間)の比率も0.12とほぼ同じである。これにより、桁下空間A.P 6.67mを確保している。

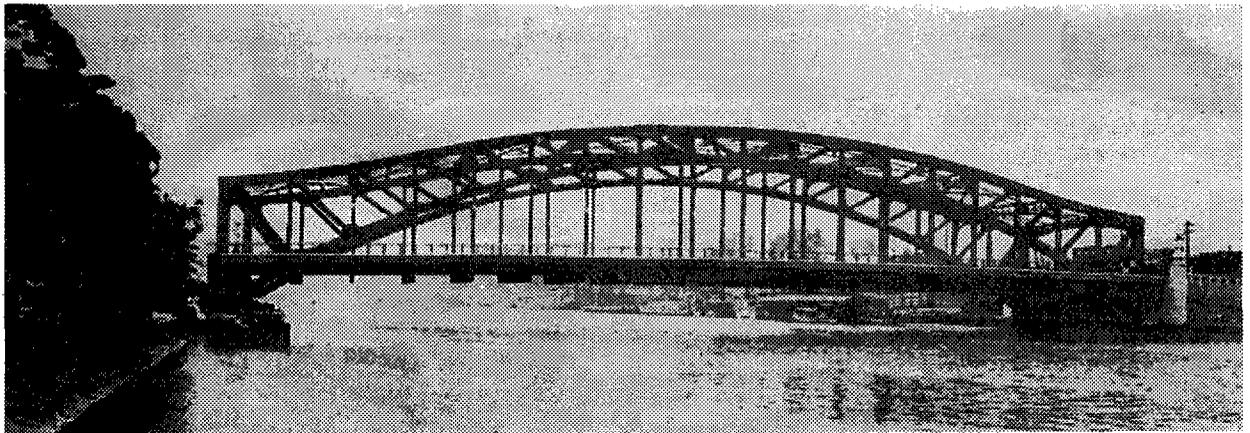
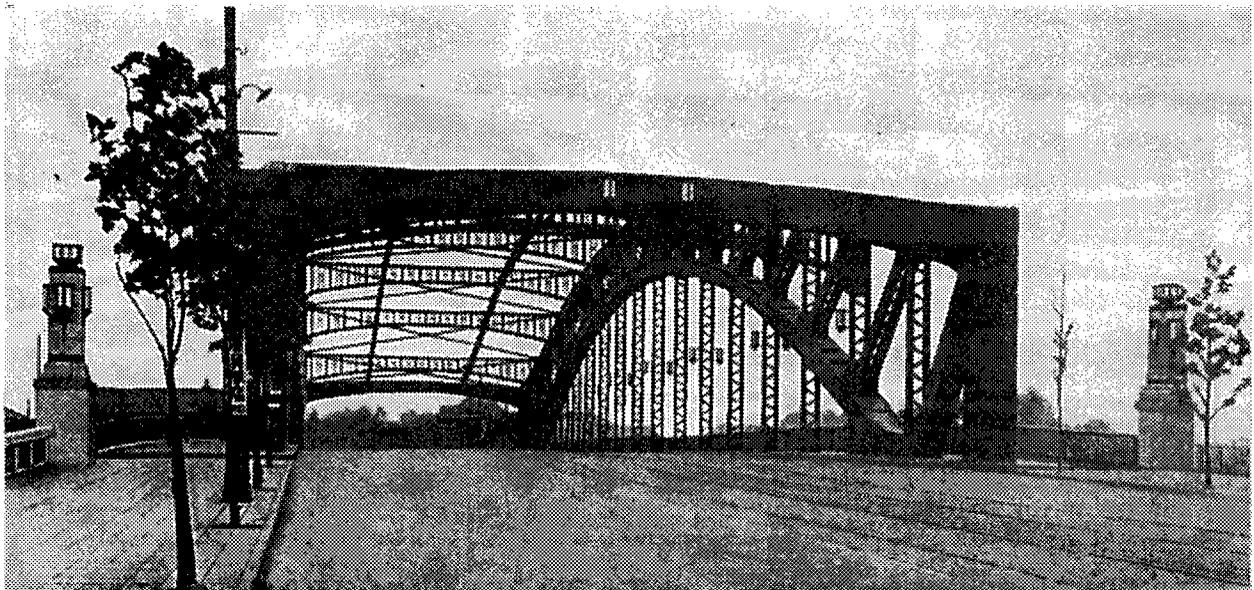


写真-2(上)、写真-3(下). 完成当時の千住大橋<sup>10)</sup>



主構および床組には改造、補強等を施した形跡が見あたらない。

昭和48年(1973)の上り線橋梁新設により荷重が緩和された(上下2車線→下り3車線)ためであろうか?。文献9)によると、竣工当時、車道部は木塊舗装、歩道部はアスファルトブロック舗装が施されており、また、車道中央部には路面軌道が敷設されていたようである。

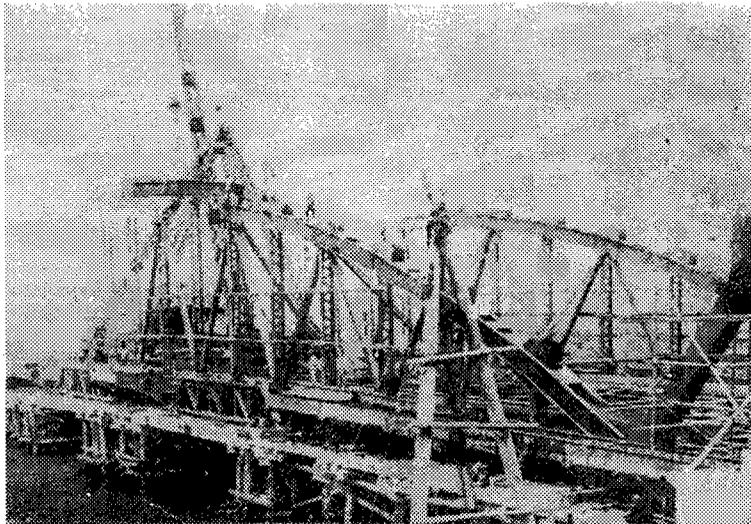


写真-4. 架設中の千住大橋<sup>8)</sup>

架設工法は、当時の[写真-4]より総足場と三脚型ジブクレーンによる工法と思われる。仮設材として、長さ14m、高さ1.9m、フランジ幅30cmのI断面形状をしたエレクシヨントラスが4台製作されている。架設工事中の航路確保のためトラスが必要となったのでしょうか?。橋台は基礎杭として松丸太八寸(約24cm)、長さ60尺(約18m)を打ち込んだと記録されている<sup>8)</sup>。

それにしても、現在の全景写真と[写真-3]を比較すると、当時の方がはるかに景観的には優れていると感じる。古い橋と近代化の街並みとの融合はどうあるべきかということを考えさせられてしまう。

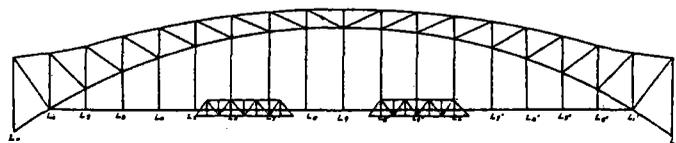


図-1. エレクシヨントラス配置図<sup>10)</sup>



写真-5. 橋台基礎杭<sup>8)</sup>

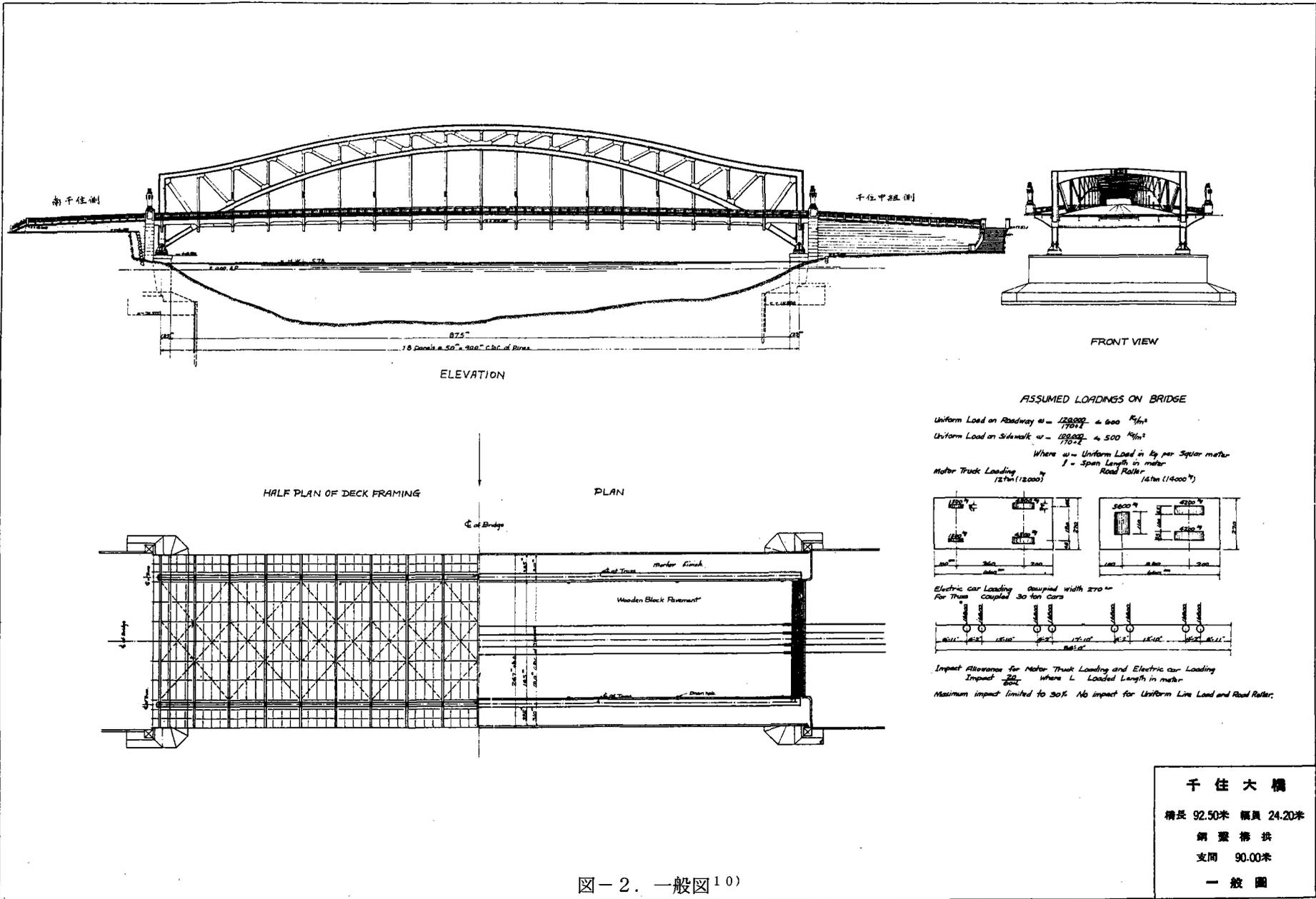
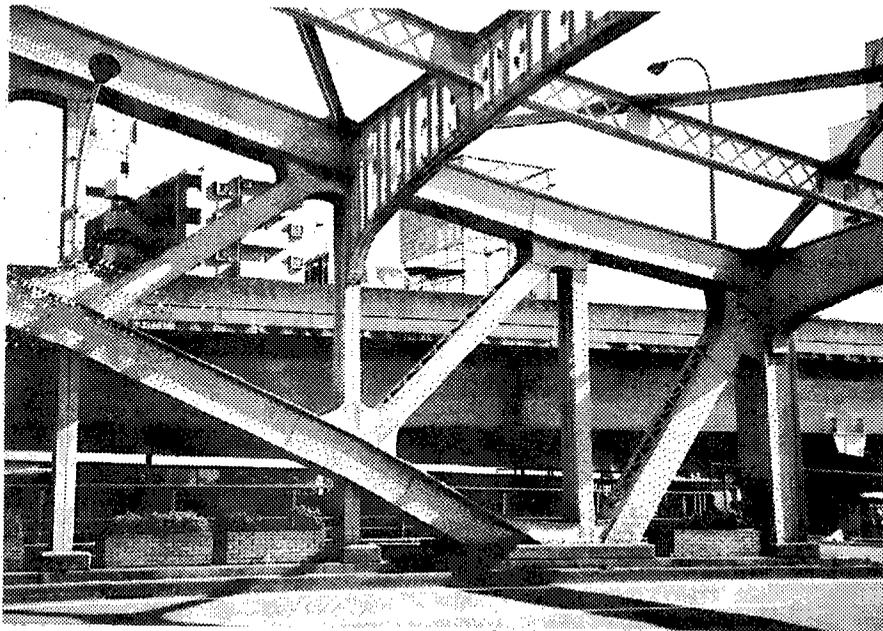


圖-2. 一般圖<sup>10)</sup>

### 3. この橋の見どころ

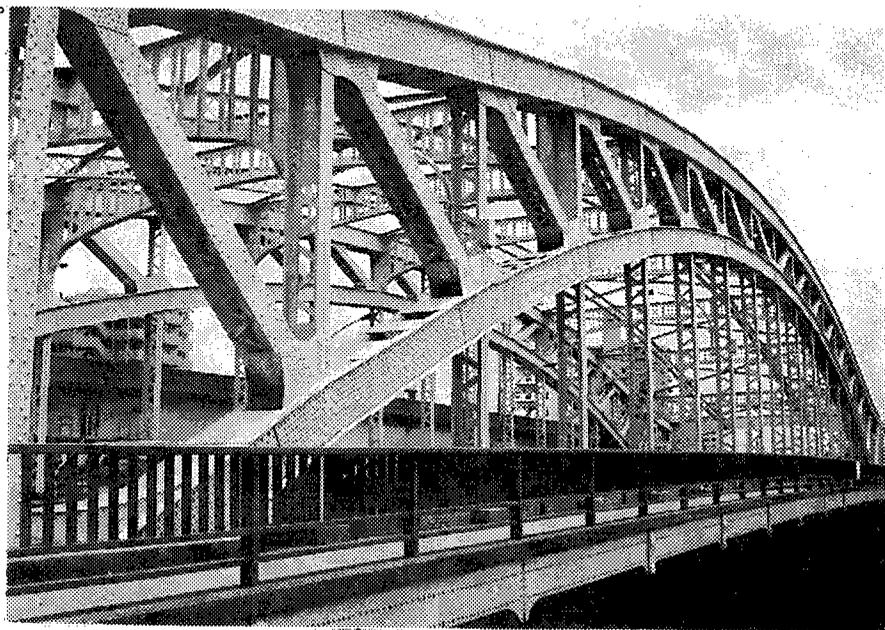
アーチリブ上下弦材間の鉛直寸法は中央部で2.8m、端支点部で約10.0mと大きく変化している。しかし、端支点部は3mほど路面の下に隠れているため、路面上から見える姿は、実際の構造とは違った印象を与える。



高欄は取り替えられており、当時のものとは異なる。

〔図-3〕支柱まわりに輪をデザインしてあり、現在のものより凝った高欄であった。

また、ブラケット先端には、継手隠しを兼ねた意匠プレートが貼り付けてあるのが特徴。しかし、所どころはがれ落ちている。



Section A-A

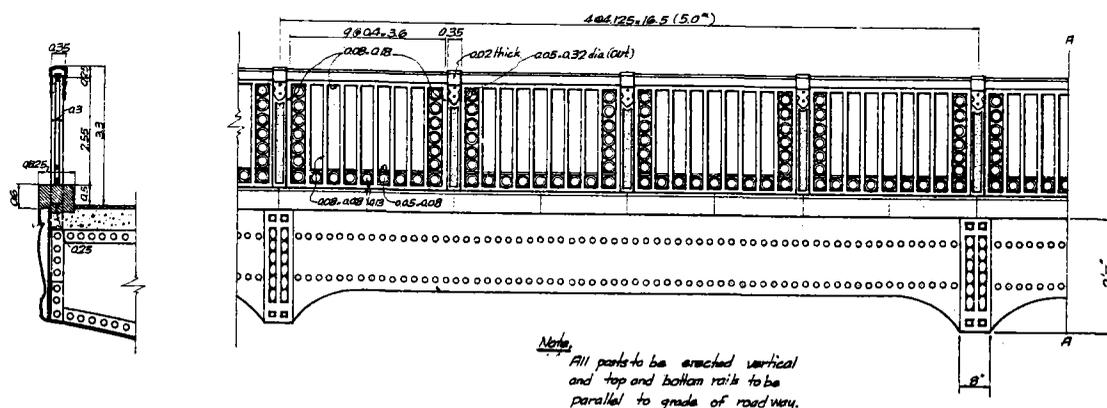
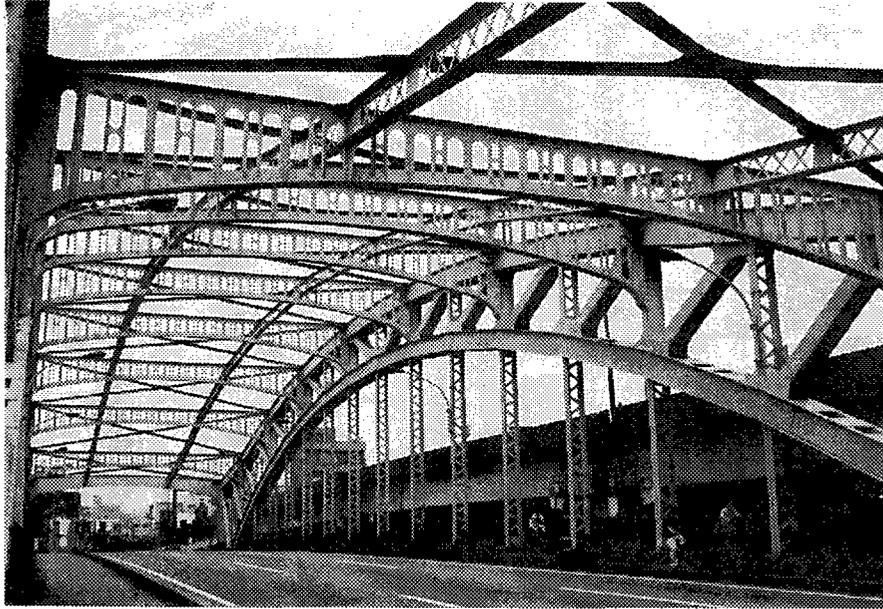


図-3. 完成当時の高欄図<sup>1)</sup>



アーチ横支材のウェブ面は、アングルとR付きガセットおよびタイプレートにより構成されたデザインで、軽快な感じを与え、圧迫感も少ない。

アーチリブ上弦材の両端部は、カーブラインが凹になった珍しいアーチ形状をしている。このようなアーチ形はあまり見られない。松住町架道橋と比較しても、アーチ両端部のラインが大きく異なる。考えられる理由として、橋門構の位置が、松住町架道橋では2パネル内側にあるのに対して、千住大橋では端部にある。正面から見える姿を大橋という名にふさわしい形状にしたかったのではないだろうか。



写真-6. 松住町架道橋

### 橋門構のコーナー部

アーチ上弦材と橋門構は剛な $\pi$ 断面をしている。ちなみに、アーチ下弦材は] [断面、またタイ材は| |断面である。特に、タイ材のウェブ部材は鋼板を5~7枚重ねて構成されており、現場継手部ではこれらの継手位置が一箇所に集中しないように少しずつずらされている。[図-4]

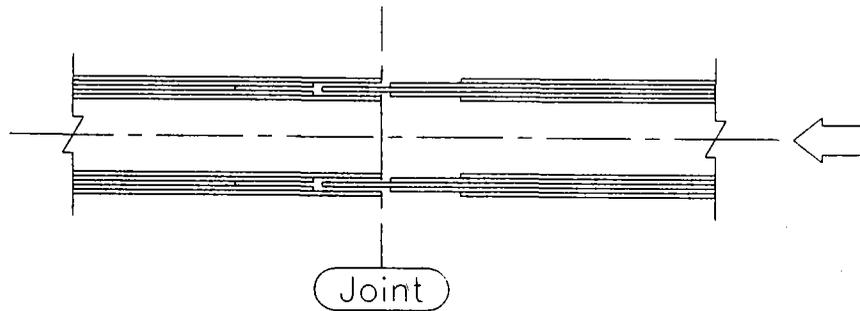
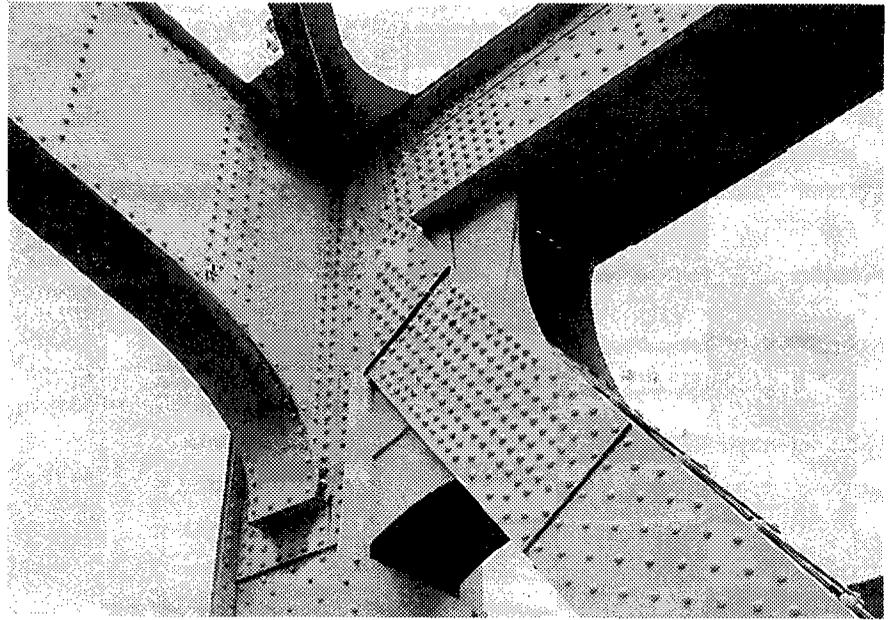
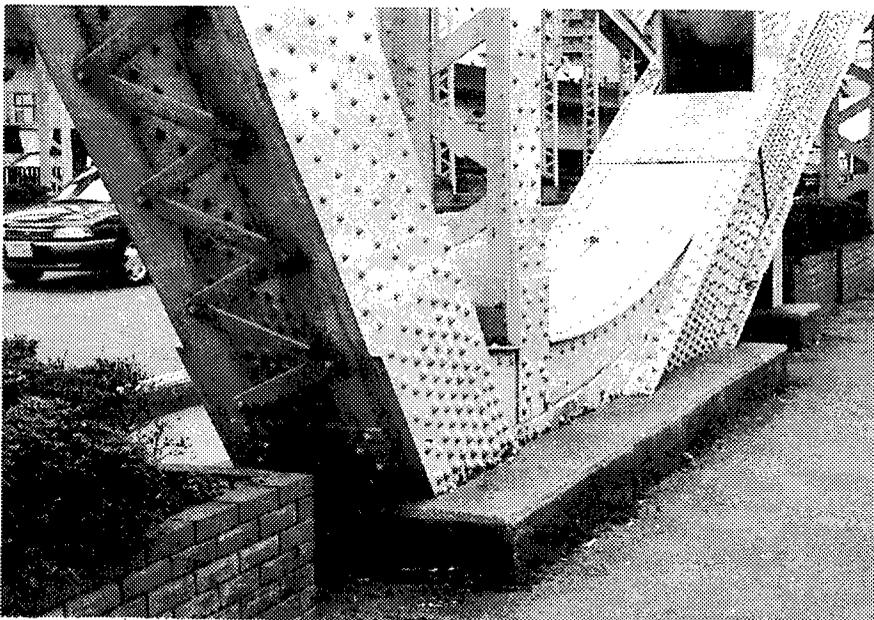
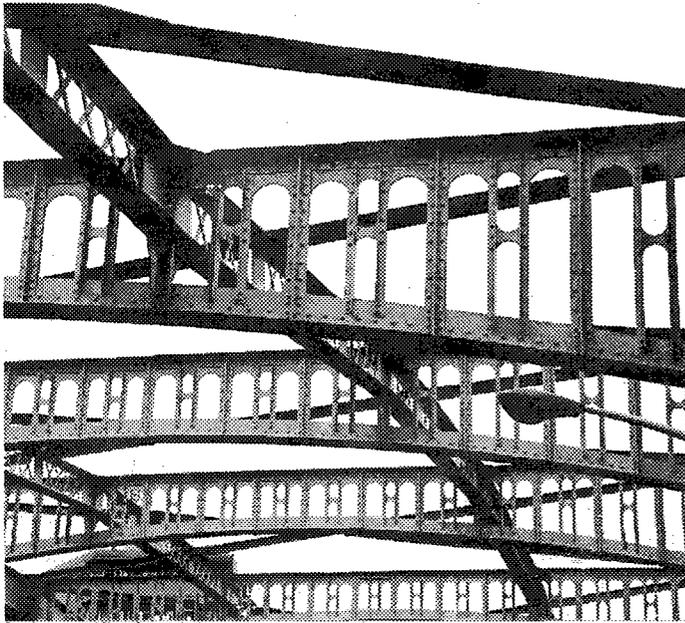


図-4. タイ材現場継手部

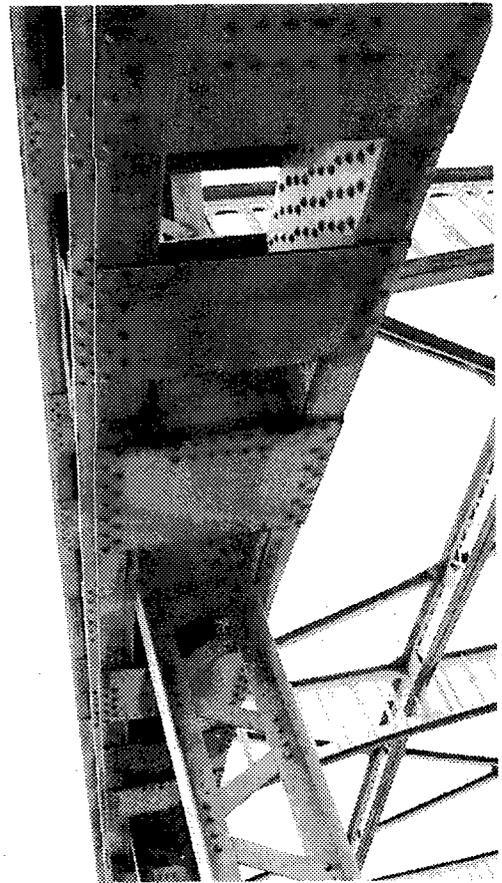


### 端部から1パネル中側の格点部

アーチ下弦材と斜材そして吊材が一点に集中している箇所だが、曲線のカバープレートでうまく処理している。



アーチ横支材と縦桁との交差部



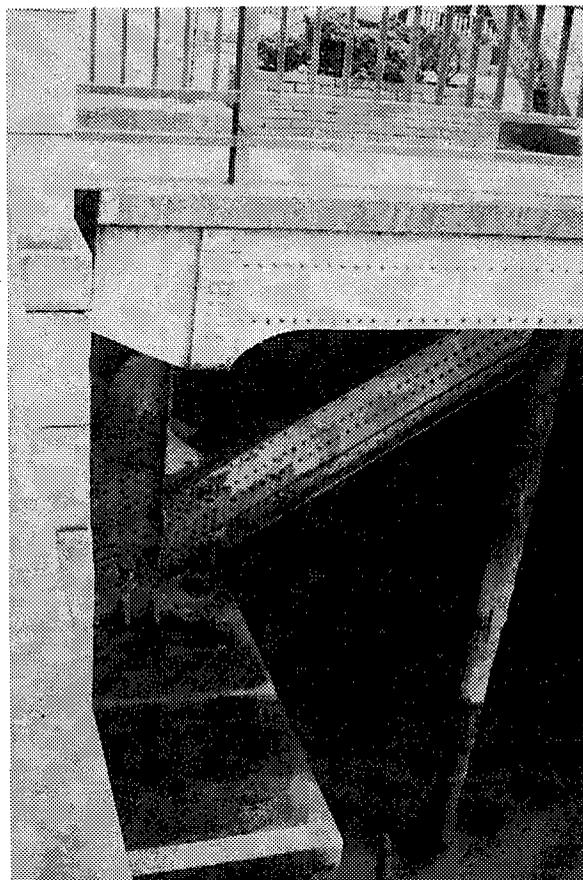
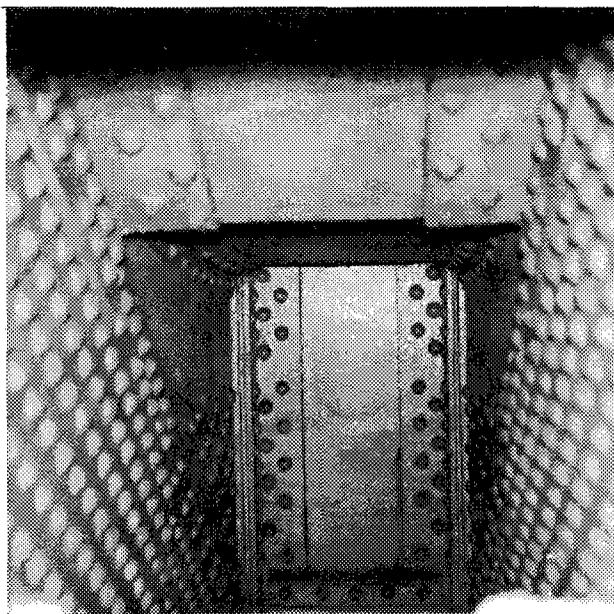
アーチ下弦材下面  
吊材がアーチ材を貫通している。



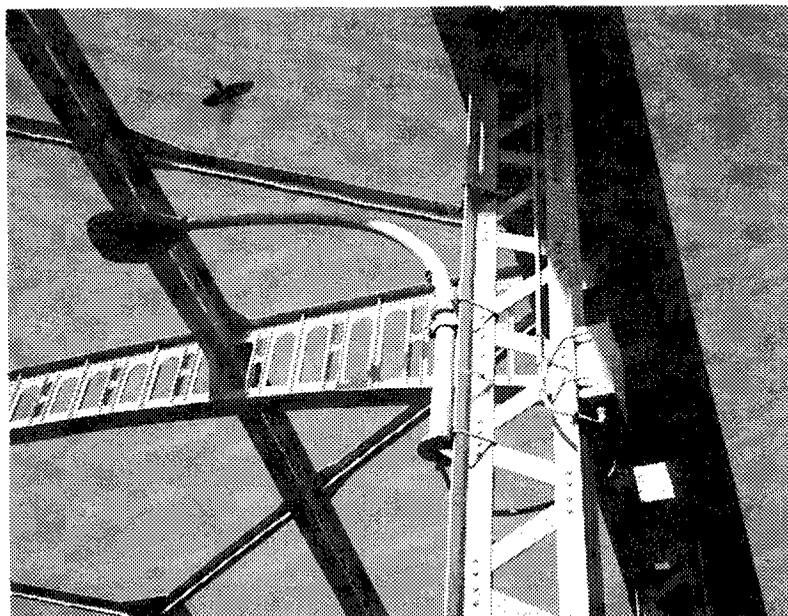
アーチ下弦材格点部

アーチ材内部

リベットの数に圧倒される。



杓座が低く、河川の飛沫部に位置していることから、支承部の腐食が著しいようである。



照明は蛍光灯に変わっている。

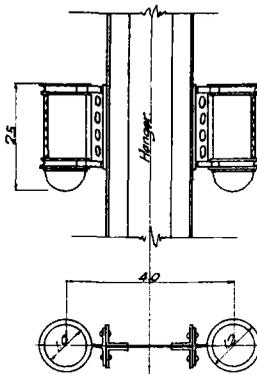
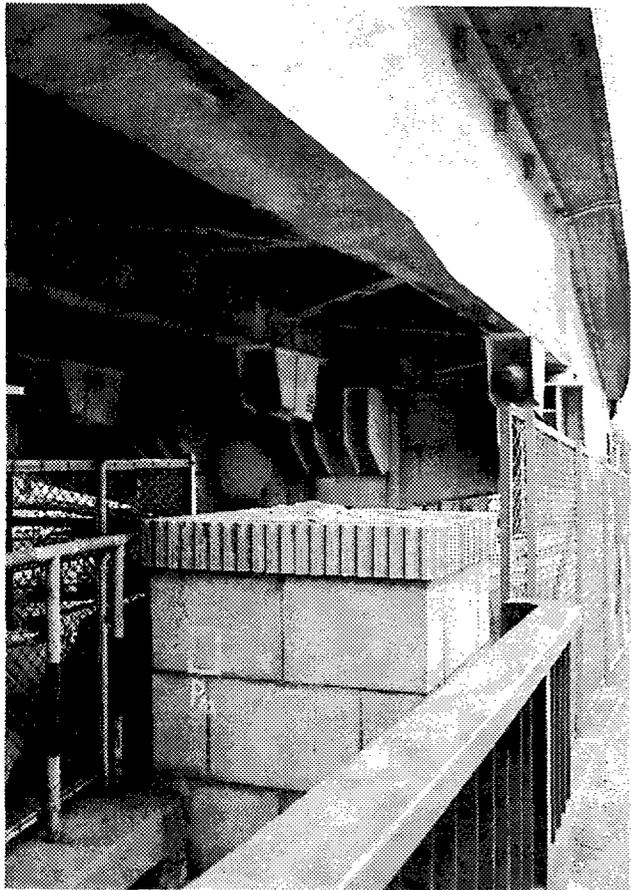
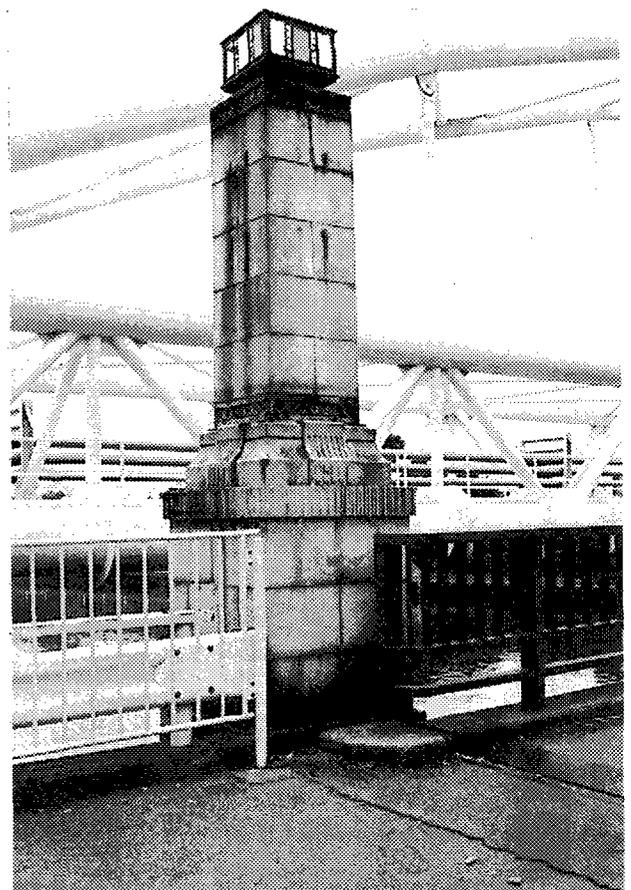


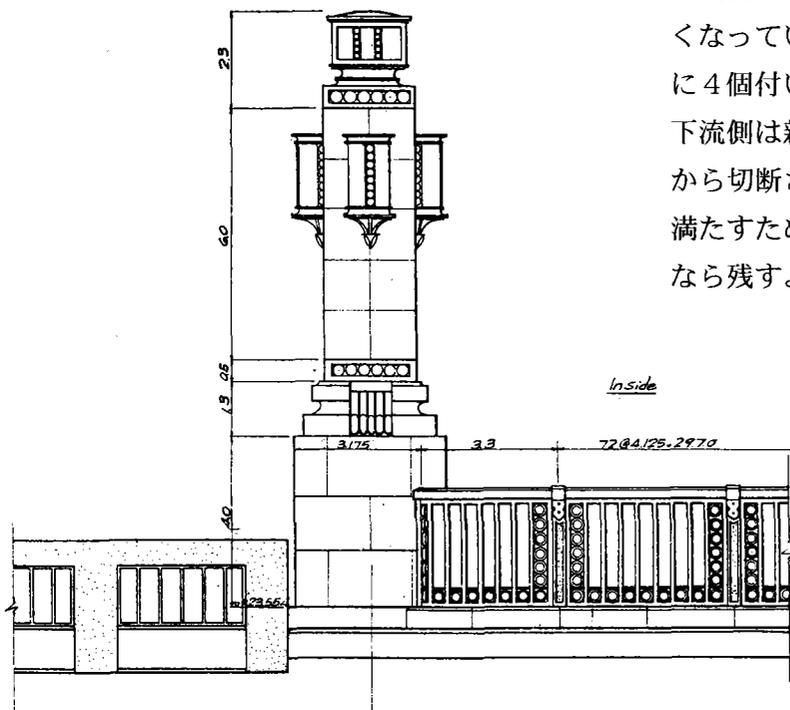
図-5. 当時の照明<sup>10)</sup>



下流側親柱



上流側親柱



上流側の両岸に残っている親柱の照明はなくなっているが、当時は〔図-6〕のように4個付いていた。

下流側は新橋と干渉するため、両岸共途中から切断されている。狭い都会でニーズを満たすための苦汁の選択か？。出来ることなら残すような道路線形を望みたい。

図-6. 親柱図<sup>10)</sup>

表-1. 千住大橋 橋梁諸元比較一覧 [大岩作成]

文 献 \ 項 目	橋 長(m)	支間長(m)	幅 員(m)	鋼 重(t f)
日本の橋 <sup>1)</sup>	93.0	88.0	21.9	—
鉄の橋百選 <sup>2)</sup>	91.676	90.0	19.35	—
橋梁史年表 <sup>6)</sup>	91.7	89.4	24.2	688kgf/m <sup>2</sup>
歴史的鋼橋集覧 <sup>7)</sup>	91.7	88.392 (290尺)	24.2	1501.901
大橋架換工事概要 <sup>8)</sup>	約92.5 (305尺)	約90.0 (297尺)	約21.8 (12間)	1577.022
本邦道路橋輯覧 <sup>9)</sup>	約92.5 (305尺)	90.0	約21.8 (72尺)	1501.91
橋梁設計図集 <sup>10)</sup>	92.5	90.0	24.2	—
今回執筆採用	92.5	90.0	24.2	1501

[執筆担当 大岩由典]

参考文献

- 1) 日本橋梁建設協会編：「日本の橋」,朝倉書店,pp.35-37,64,1984.
- 2) 成瀬輝男編：「鉄の橋百選」,東京堂出版,pp.138-139,1994.
- 3) 田島二郎：「隅田川・橋めぐり」,橋梁と基礎,pp.19-22,1979.8.
- 4) 白井 裕：「隅田川・橋の紳士録」,東京堂出版,pp.84-89,1993.
- 5) 伊東 孝：「東京の橋」,鹿島出版会,pp.21,1986.12.
- 6) 藤井郁夫：「橋梁史年表」,(財)海洋架橋調査会,pp.711,1992.9.
- 7) 土木学会：「歴史的鋼橋集覧」,第一集下巻,Vol.1,pp.364-367,1997.12.
- 8) 藤田周造：「大橋架換工事概要」,土木建築工事画報,第4巻第2号,pp.8-11,附図,1928.2.
- 9) 内務省土木試験所：「本邦道路橋輯覧（昭和3年版）」,pp.142,1928.4.
- 10) 東京府土木部橋梁課編集：「橋梁設計図集-第2輯」,シビル社,pp.24-36,解説(2),1938.2.
- 11) 日本リーダーズ ダイジェスト社：「世界発明物語」,pp.238,1984.2.

－ 4. 豊洲橋梁（とよすきょうりょう）



全景写真

1. データ<sup>1) 2)</sup>

竣工年月 : 昭和 28 年 (1953) 7 月  
鉄道名／線名 : 東京都専用線 (深川線)  
所在地 : 東京都江東区塩浜－豊洲  
跨越対象 : 豊洲運河  
橋長・幅員 : 99.460m, 単線  
構造形式 : 下路カンチレバー式ランガー桁 (開床式, 主構間隔 4.7m, アーチライズ 8.5m)  
径間数・支間長 : 21.5+56.0+21.5m (吊桁支間 18.0m)  
設計活荷重 : KS-15  
鋼 重 : 221.871tf  
設計者／設計年 : 国鉄施設局特殊設計室／  
製作者／製作年 : (株)横河橋梁製作所 深川工場／昭和 27 年 (1952) 12 月  
架設者／架設年 : 同 上 / 昭和 28 年 (1953) 5 月  
下部工形式 : [橋台] 鉄筋コンクリート (施工 銭高組)  
[橋脚] 同 上 (同 上 )  
基礎工形式 : [橋台] 鉄筋コンクリートケーソン (同 上 )  
[橋脚] 鉄筋コンクリートケーソン (同 上 )  
備 考 : 我が国で二番目の鉄道ランガー桁  
ランガー部は台船による引き出し一括架設  
平成元年 (1989) 2 月 10 日 廃線<sup>7)</sup>

## 2. 概要

### (1) 建設の経緯

昭和 20 年(1945)、終戦時の東京港は港湾施設の大部分がアメリカ軍により接收され、航路泊地には被爆した沈船が散在し、港湾としての機能は完全に麻痺していた。そこで、港湾機能復旧をめざし、昭和 24 年(1949)から、運輸省の港湾復旧計画の一環として東京港修築 5 ヶ年計画が実施されることとなった。これは東京港の昭和 28 年(1953)における年間取扱貨物量を 1 000 万トンと推定し、これに対応できる港湾施設の整備・拡大を図る大がかりなものであった。

この計画の重点は、航路泊地と公共用接岸設備の整備であった。まず、豊洲の公共石炭専用埠頭の建設が着手され、昭和 25 年(1950)11 月に完成し、翌年からは晴海埠頭棧橋の工事が着手された。これにより、東京港の取扱貨物量は、年々急激な増加を示し、昭和 35 年(1960)には 2 130 万トンに達した。

従来、船の貨物は、港で舳に積み替えられ、隅田川貨物駅や小名木川貨物駅へと運ばれていた。しかし、この輸送経路では増加する取扱貨物量に対応しきれないため、昭和 28 年(1953)に越中島貨物駅から豊洲・晴海埠頭へと引き込み線が敷設された。これが東京都専用線である。ところで、専用線とは、荷主が荷物を輸送するために最寄りの貨物取扱駅より自分の敷地まで設けた引き込み線のことである。荷物を移動させるには線路の他に、当然、機関車や貨車が必要となるが、それらを荷主が自前で用意するよりも、鉄道会社に委託している場合が多いようである。東京都専用線の場合はその輸送を旧国鉄に委託していたためか、その主要な施設はすべて国鉄の基準に準じて作られている。



図-1. 専用線路線図 [文献3)に基づき掘井作図]

東京都専用線のうち、越中島駅から豊洲運河を渡る付近までは深川線と呼ばれていた。深川線は豊洲運河を渡ると石川島播磨重工業の敷地内で晴海埠頭へ向かう晴海線が分岐し、さらに、晴海通りを横断した先で豊洲石炭埠頭線と豊洲物揚場線の二本に別れ、末端では大きく三本の路線に分かれていた。最盛期の昭和42年(1967)には170万トンにも及ぶ貨物がこの専用線にて運ばれたが、やがて、トラック輸送が主流となるにつれて輸送量は年々減少し、昭和60年(1985)には、豊洲物揚場線が、そして、翌年には豊洲石炭埠頭線と深川線の一部がそれぞれ廃止された。そして、最後まで残った深川線・晴海線も平成元年(1989)2月をもってついに廃止された。

晴海線が、晴海運河を渡る箇所には晴海橋梁が架けられている。この橋の主径間橋梁は我が国初めての鉄道鋼ローゼ桁として有名である。また、その両サイドに並ぶコンクリート桁は、我が国初の3径間連続鉄道PC桁である。このように、東京都専用線は専用線であるがゆえに、さまざまな新しい技術のテスト路線となっていたようである。この晴海橋梁の詳細については他の機会に譲るとして、ここでは、あまりその存在があまり知られていない豊洲橋梁について触れたい。

## (2) 構造と特徴

豊洲橋梁は、その名のとおり深川線が豊洲運河を横断する箇所に架けられた橋梁で、昭和7年(1932)に竣工した総武本線の隅田川橋梁(L=172.0m)に続いて、我が国で二番目の、また、戦後初の鉄道ランガー桁(L=99.46m)である。その基本的な構造は隅田川橋梁とまったく同じであり、

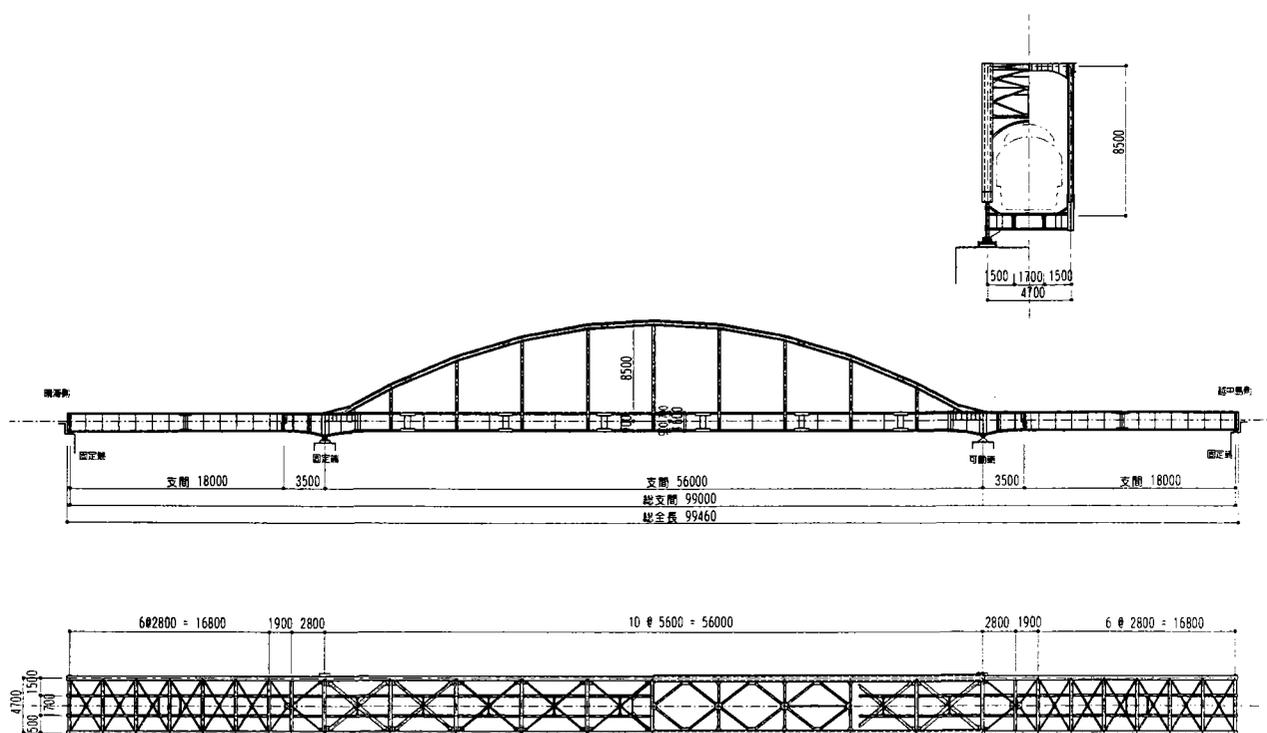


図-2. 一般図 [文献1)に基づき掘井作図]

中央径間のランガー桁にカンチレバー形式の両側径間を持っている。それぞれの支間割りの比率は隅田川橋梁が 1 : 2.5 : 1 であるのに対し豊洲橋梁のそれは 1 : 2.6 : 1 である。さらに、アーチライズ/スパン比も隅田川橋梁が 1/7.1 であるのに対し豊洲橋梁のそれは 1/6.6 と、ノースケールでその側面図を見れば両者の区別はほとんど付かない。まさしく隅田川橋梁の弟分的な橋梁と言える。

しかし、近づいてそのディテールをよく見ると、本橋が隅田川橋梁とは大きく異なっていることに気付く。まず、アーチリブが  $\Pi$  断面であることに対して、補剛桁が I 断面であることである。本橋の設計活荷重は隅田川橋梁と同様の KS-15 であるが、単線で主径間も 56m と短いため、当然、補剛桁には隅田川橋梁のような大型な  $\Pi$  断面は不要となる。よって、このような構造の場合、二枚のウェブを持つアーチリブの軸力をどのように一枚の補剛桁ウェブに伝達するかと言う問題が生じる。当時、ランガー桁はその経済性を生かして中小スパンの橋梁に適用され始めた時期でもあったが、このアーチリブ端部と補剛桁との結合部の構造には、設計者はそれぞれ皆、頭を悩ませたようである。平井敦著の「鋼橋Ⅲ」<sup>4)</sup> には、このアーチ端部設計の苦勞ぶりを伺わせる多数の写真が掲載されており興味深い。本橋の場合は、[写真-1] に示すように、補剛桁の上フランジに設けたテーパ状の摺り付け部と、ウェブに密に配置したリブで、アーチリブに作用する軸力をそれぞれ水平方向と鉛直方向のせん断力として補剛桁に伝達する設計がされている。

ランガー桁の普及とともに、部材製作方法もリベットから溶接へと移行していったため、現在では、[図-3] に示すような端部構造のものが多く、リベット構造特有のこのようなディテールを持つランガー桁は比較的少ないようである。

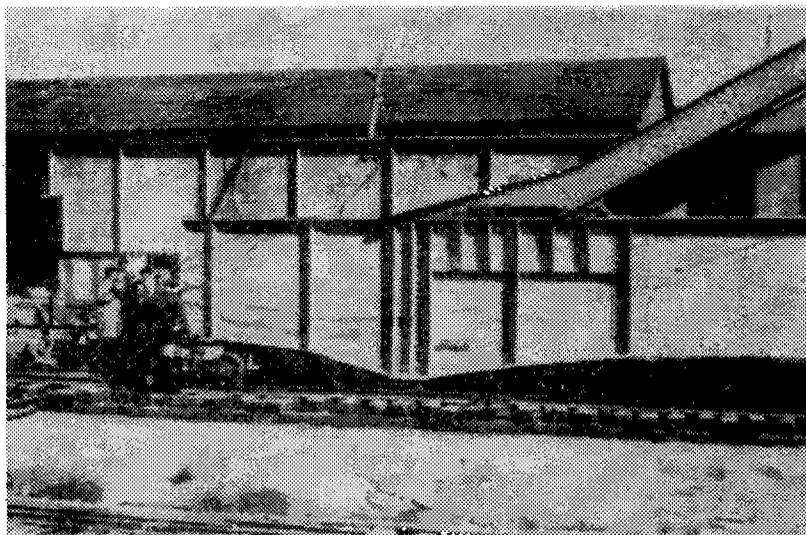


写真-1. 地組立て完了時の豊洲橋梁<sup>4)</sup>  
桁上に豊洲側の吊桁が搭載されている。

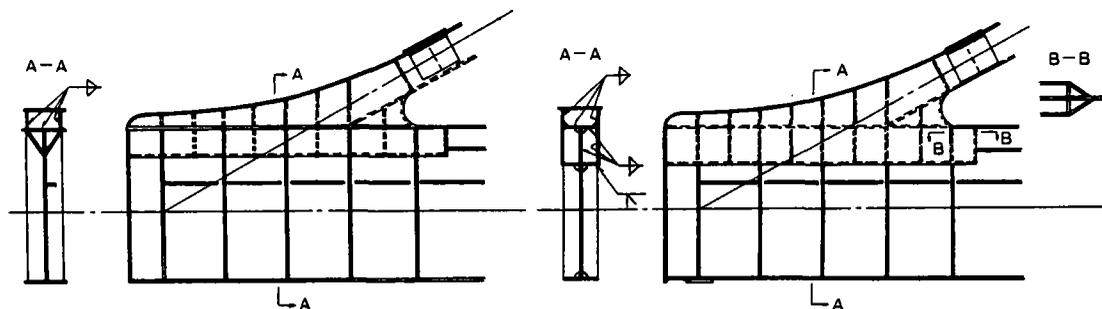


図-3. 標準的なランガー桁の端部構造<sup>10)</sup>

### (3) 架設

本橋のランガー桁部は、台船を利用した引き出し工法により一括架設された。これは、国鉄における戦後初の台船架設にあたる。架設ステップは下記のとおりであり、その架設要領を〔図-4〕に示す<sup>5)</sup>。

STEP-1： 越中島側でランガー桁部を軌条設備の台車上にデリッククレーンにより組立て、さらにその後端に豊洲側の側径間を搭載する。また、A1～P1間に架設桁を設ける。

STEP-2：ランガー桁部をP1付近まで引き出し、先端を台船に盛り替える。

STEP-3：台船バラストタンクの注排水により中間台車を撤去しながらP2まで引き出す。

STEP-4：ランガー桁部の架設完了。

STEP-5：ランガー桁上より豊洲側側径間を送り出し架設。さらに、越中島側のデリッククレーンでA1～P1間に架設桁を撤去しながら側径間を架設する。

STEP-6：足場解体、架設完了。

当時は、現在ほど架設機材が豊富でなかったためか、A1～P1の架設桁には廃橋となった飯桁を転用し、台船には東京都港湾局から土砂運搬船を借り受けるなど、機材調達にも工夫の後が伺える。また、ランガー桁部から側径間の吊桁部を送り出すなど、ユニークな工法により短期間で架設を行っている。昭和28年(1953)3月10日より桁の地組立てを開始し、4月30日にランガー桁部の引き出し架設を行い、5月にはすべての架設作業を完了している。〔写真-1〕はSTEP-1の、そして〔写真-2〕はSTEP-3の状態にある写真と思われる。

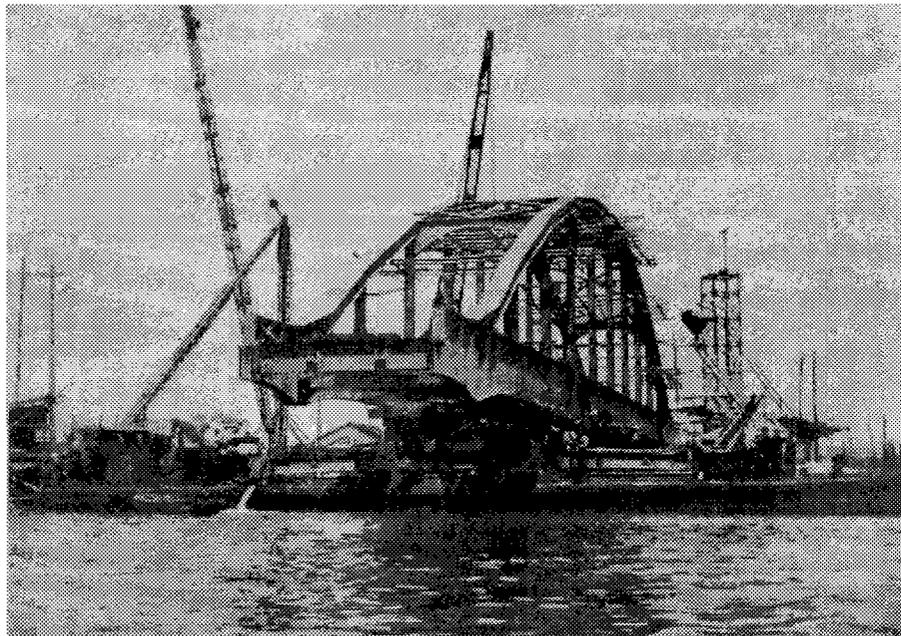
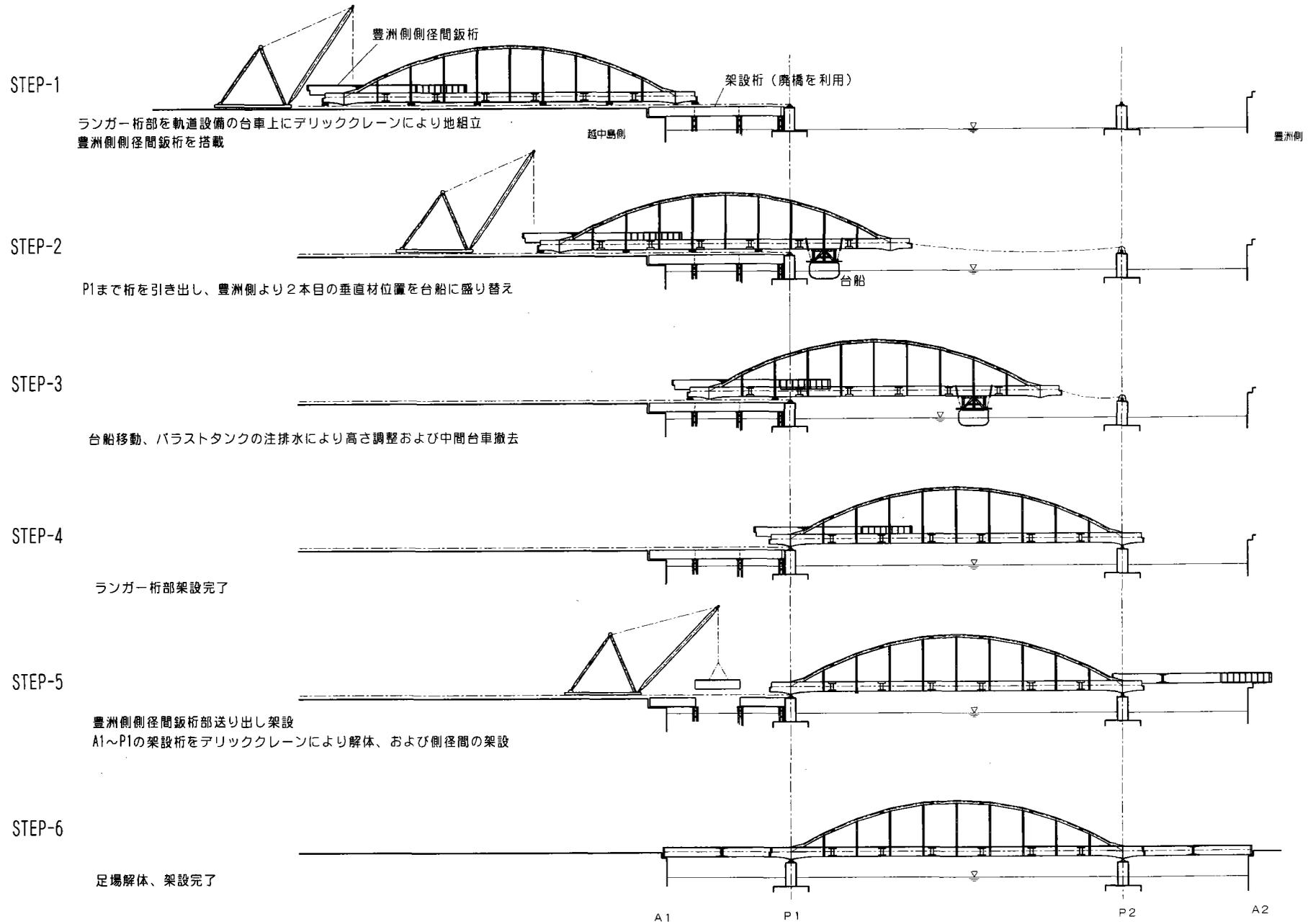


写真-2. 台船により引き出し架設中の豊洲橋梁<sup>6)</sup>

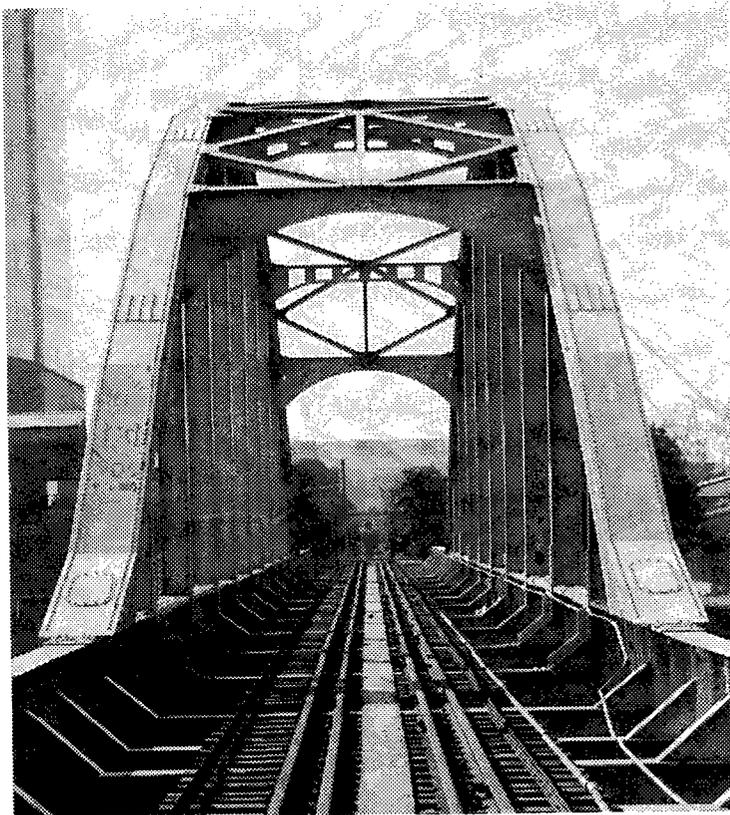
さて、この豊洲橋梁も近々撤去される予定のようである。鉄道橋技術の発達と東京港の歴史を物語る貴重な文化遺産として、隣接する晴海橋梁とともに何らかの形で残したいものである。

図-4. 架設要領図<sup>5)</sup>

### 3. この橋の見どころ

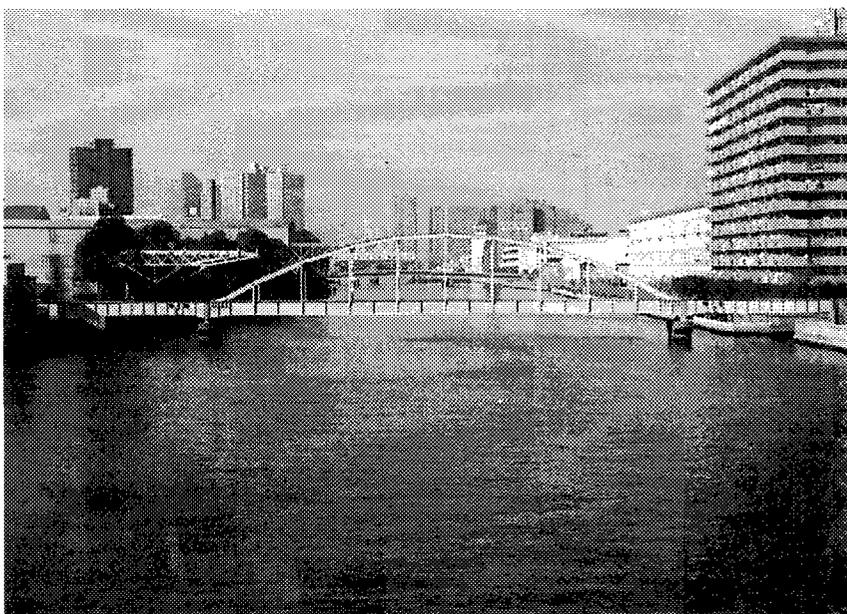
#### 橋軸方向に望む

アーチリブ端部と補剛桁をリベットにて結合するためにフランジ面に設けられたハンドホールが印象的である。ハンドホールの大きさは、 $280 \times 880\text{mm}$  である。建築限界目一杯に設けられた橋門構のアーチは単円である。



#### 側面全景

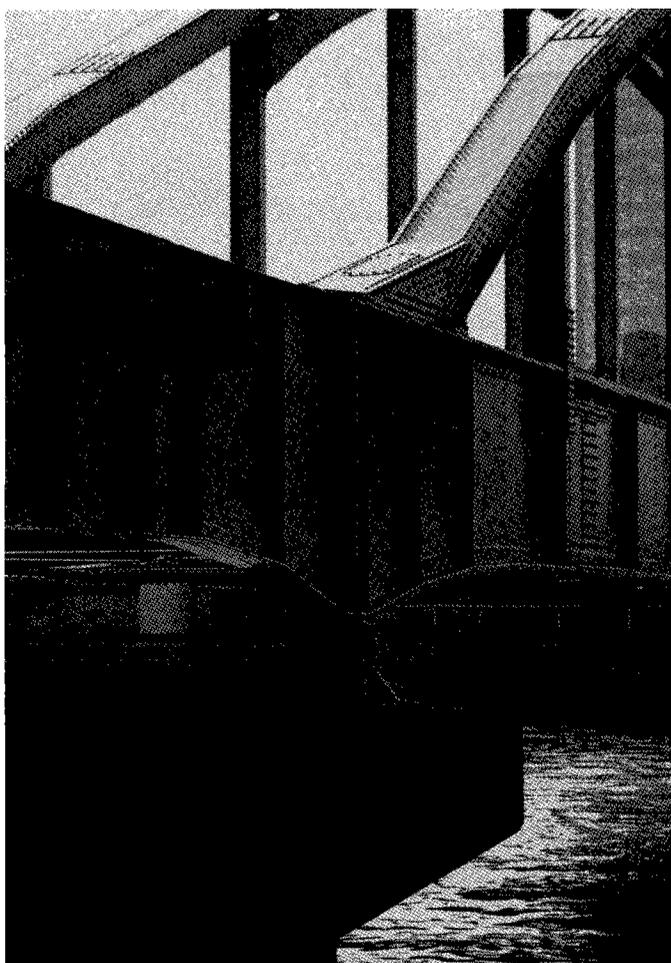
総武線隅田川橋梁を彷彿とさせるプロポーション。



### アーチリブと補剛桁の結合部

アーチリブの軸力を補剛桁に確実に伝達するために、端部に約 1:4 のテーパ部を設け、水平方向のせん断抵抗面積が増加されている。また、鉛直方向のせん断力については、ウェブ中立軸より上側に密にリブを設け、応力の流れをスムーズにしているようである。

隅田川橋梁では、支点上の補剛桁に直線勾配のハンチが設けられていたのに対し、二次曲線的な滑らかなハンチが設けられている。



[執筆担当 掘井滋則]

### 参考文献

- 1) JR 東日本：「線路建造物保守台帳」,所蔵図面（あち 599(3)-1)
- 2) 西村俊夫：「国鉄トラス橋総覧」,鉄道技術研究資料,14-12,1957.12.
- 3) 土木学会：「日本土木史—昭和 16 年～昭和 40 年—」,pp.1283-1286,1973.8.
- 4) 平井 敦：「鋼橋Ⅲ」,技報堂,pp.189-190.1967.
- 5) 浅間敏雄：「豊洲臨港線 豊洲橋梁解式架設について」,土木工学第 2 巻第 7 号,pp.572-577,1953.7.
- 6) 土木学会：「土木学会創立 40 周年記念 土木工事写真集」,pp.173,1954.10.
- 7) 「鉄道ファン」,No.337, pp.128,1989.5.
- 8) 「鉄道ファン」,No.411,pp.146-147,1995.7.
- 9) 横河工事(株)：「次代に贈る 20 世紀の遺産」,pp82-83,1990.5.
- 10) 日本橋梁建設協会：「鋼橋構造詳細の手引き」,pp55.1983.3

－ 5. ① 昌平橋架道橋（しょうへいばしかどうきょう）

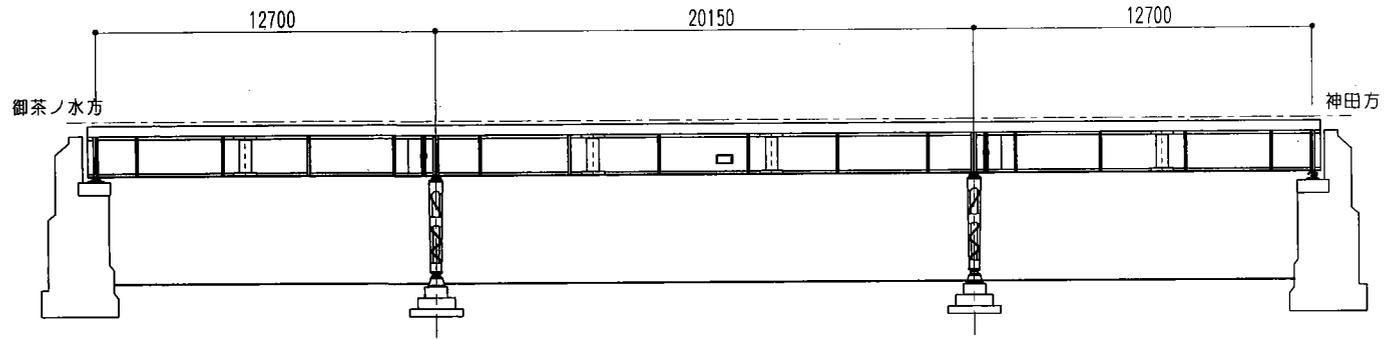


全 景 写 真

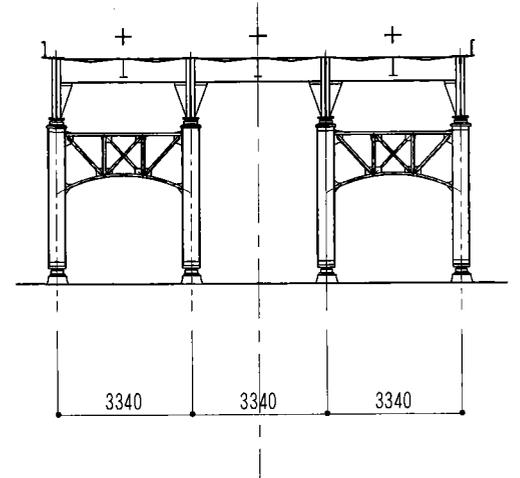
1. データ

- 竣工年月 : 明治 45 年 (1912) 開通
- 鉄道名／線名 : JR 東日本／中央線
- 駅 間 : 神田－御茶ノ水
- 所在地 : 東京都千代田区
- 跨越対象 : 不忍通り
- 橋長・幅員 : 44.2m, 3 線
- 構造形式 : 上路 4 主桁カンチレバー式プレートガーダー (折れ桁)  
道床式 (ハッカルプレート), 鋼製支柱付
- 径間数・支間長 : 12.70m+20.15m+12.70m
- 鋼 重 : 367.814tf
- 設計活荷重 : 88tf 機関車 (ドイツ式示方書 KS-12 相当)
- 設計者／設計年 : Harkort／
- 製作者／製作年 : Harkort／明治 37 年 (1904)
- 架設者／架設年 : 不 明
- 下部工形式 : [橋台] 煉瓦造  
[橋脚] 鋼製支柱
- 基礎工形式 : [橋台] 木 杭  
[橋脚] 木 杭
- 備 考 : 鈹桁腹板には Harkort 1904 の銘板が付いている。本橋も御茶ノ水～  
飯田橋間の橋桁と同時期に購入されたもののようなのである。

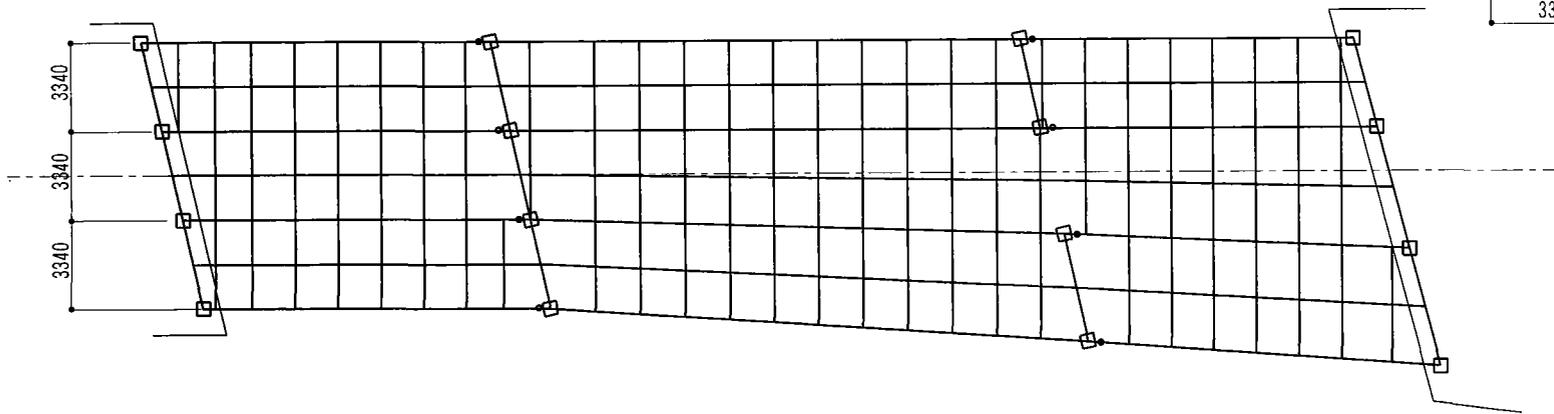
側面図



断面図



平面図



一般図

## 2. 概要

JR 中央線神田～御茶ノ水間に区道の不忍通りがあり、この道路を跨いで鉄道橋が架かっている。橋梁の形式は鋼製支柱付きで、3線用4主桁の上路鉸桁である。この架道橋は、当時、私鉄の甲武鉄道会社によって建設された橋梁であり、主桁間橋桁中央部にドイツのハーコート社（1904年）製の銘板が付いており、御茶ノ水～飯田町間の橋桁と同時期に製作・輸入されたものと思われる。架道橋の構造はドイツ人 F・バルツァーの設計による市街線高架橋と類似しており、道床式バックルプレートの上路鉸桁で、桁には架け違い部を設けた鋼製支柱付きとなっている。明治41年(1908)、昌平橋に仮停車場を設置して、昌平橋～中野間の電車運転が開始されており、当時、車輛の留置線として使用するため、3線4主桁形式の鉸桁が架けられたものと思われる。

ドイツ人技術者 Franz Baltzer<sup>4)</sup>

1857（安政4）ドイツに生まれる

学卒後プロシヤ国有鉄道でベルリン市街鉄道の建設に従事

1898（明治31）来日 逓信省工務顧問技師

新・永間（新橋・東京）高架鉄道建設に従事

1903（明治36）帰国

1927（昭和2）没



## 3. この橋の見どころ

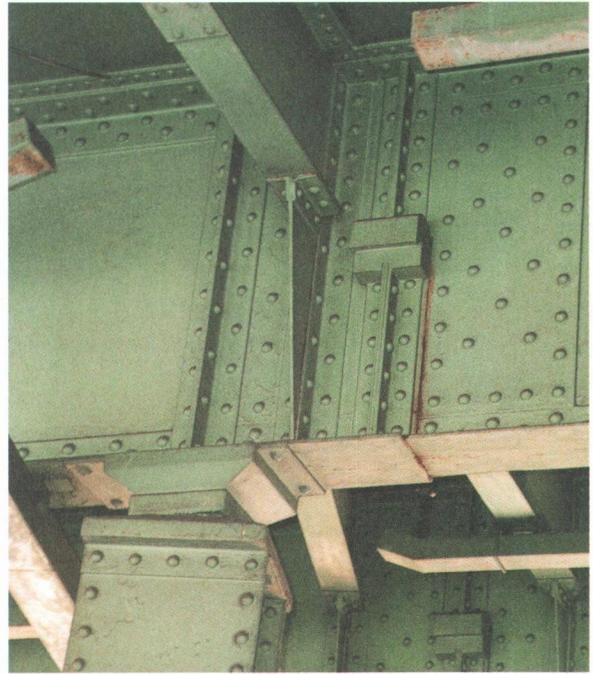
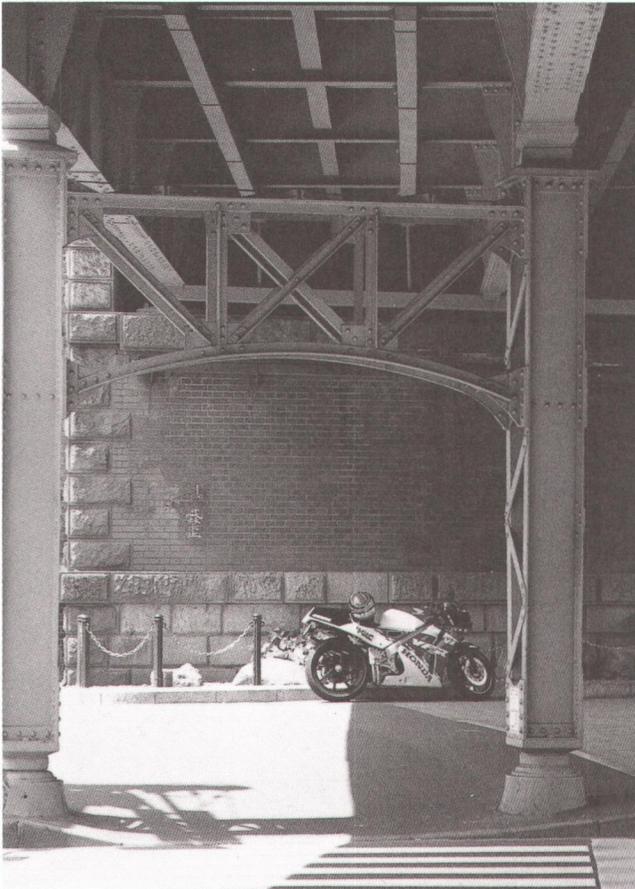
### 桁の床組構造

道床式の橋床版には、当時は鋼板厚さ 1/4in(6.5mm)のバックルプレートが用いられている。バックルプレートは加熱した状態の鋼板を型に押し付けて作られたため、長尺寸法のものでは製作困難であり、寸法を小さくするように配慮した設計がなされている。この橋の上路桁では主桁間に縦桁を1本設けることにより、横桁間隔を狭くした設計がされている。バックルプレートは主桁、縦桁および横桁の上フランジにリベット結合されるもので、リベット径は 5/8in(15.7mm)で、リベットピッチは水蜜性のため、リベット径の6倍以下とされている。



### 鈹桁の架け違い部

当時の架道橋はドイツ人技師の指導によるものであったため中間に鋼製支柱を設けた3径間カンチレバー式の鈹桁が架設された。鈹桁の架け違い部の構造は、突桁端および吊桁端部の腹板を相切り欠いて、吊桁を突桁上に載せ架ける形式がとられ、支点部には鑄鋼支承が用いられている。



### 鈹桁の鋼製支柱

鋼製支柱の上下端には、各2個の鑄鋼製の球面支承が設けられている。橋軸直角方向に左右2本の支柱をアーチ状に組んだ支材で連結し、横荷重に抵抗するように設計されている。

### 参考文献

- 1) 久保田敬一：「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」, 鉄道大臣官房研究所業務研究資料, 22-2, 1934.1.
- 2) 日本国有鉄道：「鉄道技術発達史」, 第2編, 施設, S34-1.
- 3) 土木学会：「日本土木史・大正元年～昭和15年」, (2)鋼構造物, S40.
- 4) 日本国有鉄道：「日本国有鉄道100年史」, S45.
- 5) 市原久義, 片寄紀雄, 費田秀世：「東京市街線鉄道高架橋の設計」, 土木史研究, 第10巻, 1990.6.
- 6) 土木学会歴史的鋼橋調査小委員会編：「歴史的鋼橋集覧」, 第一集上巻, pp.74-76, 1997.12.

－ 5. ②水道橋架道橋（すいどうばしかどうきょう）

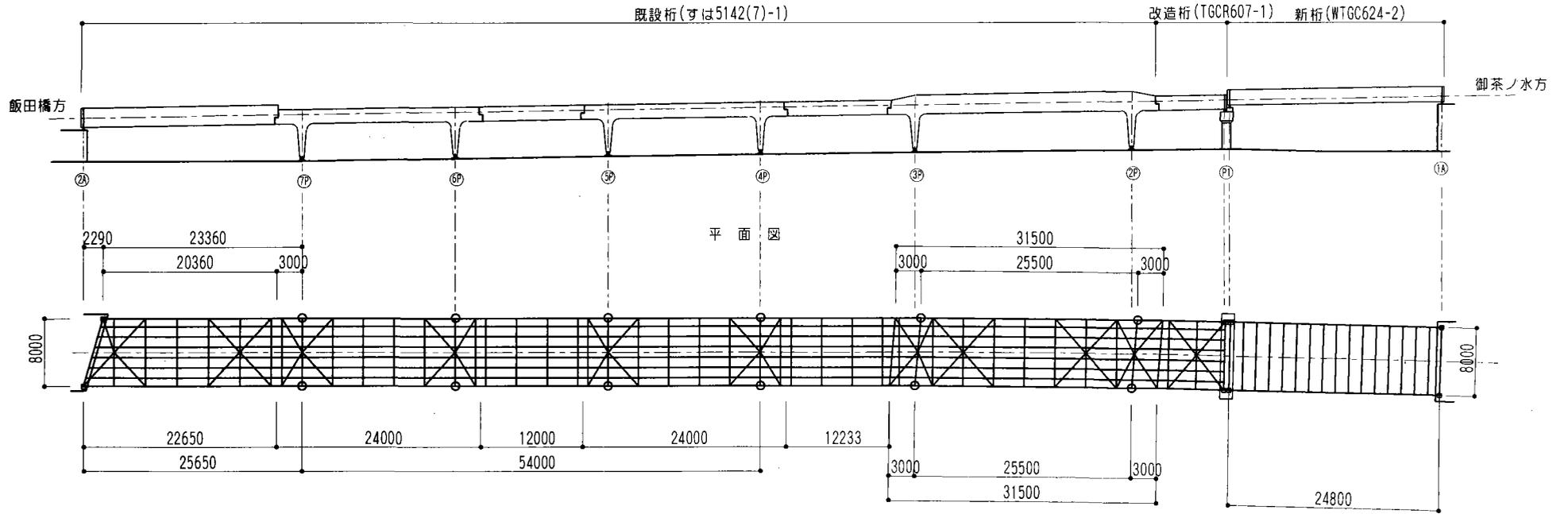


全 景 写 真

1. データ

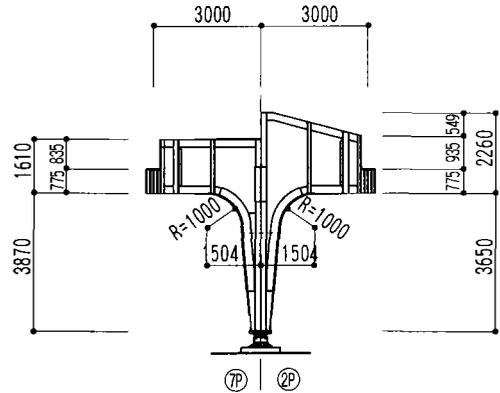
- 竣工年月 : 昭和 8 年 (1933)
- 鉄道名／線名 : JR 東日本／中央線 (急行線)
- 駅 間 : 御茶ノ水－四ツ谷
- 所在地 : 東京都千代田区
- 跨越対象 : 白山通り
- 橋長・幅員 : 151.18m (改造後橋台前面間長), 複線 (主桁中心間隔 8.0m)
- 構造形式 : 下路 2 主桁カンチレバー式ラーメンプレートガーダー  
道床式 (ハッカルプレート)
- 径間数・支間長 : 25.7+3@18.0+18.2+25.5+19.6m
- 鋼 重 : 603.55tf (改造前)
- 設計活荷重 : KS-15 (鋼床版の改良設計は KS-16)
- 設計者／設計年 : 鉄道省 (改造設計 : 国鉄 TGCR607-1) /
- 製作者／製作年 : (株)横河橋梁製作所 東京工場 / 昭和 7 年(1932) 5 月
- 架設者／架設年 : 同 上 / 昭和 8 年(1933)
- 下部工形式 : [橋台] 1A : 鉄筋コンクリート造, 2A : コンクリート造  
[橋脚] 1P : 鉄筋コンクリート造, 2P～7P : 鋼製橋脚 (桁と剛結)
- 基礎工形式 : [橋台]  
[橋脚]
- 備 考 : わが国最初のカンチレバー式ラーメンプレートガーダーである。  
昭和 42 年(1967)の鋼床版の改造には、現場溶接による施工が行われている。

側面図

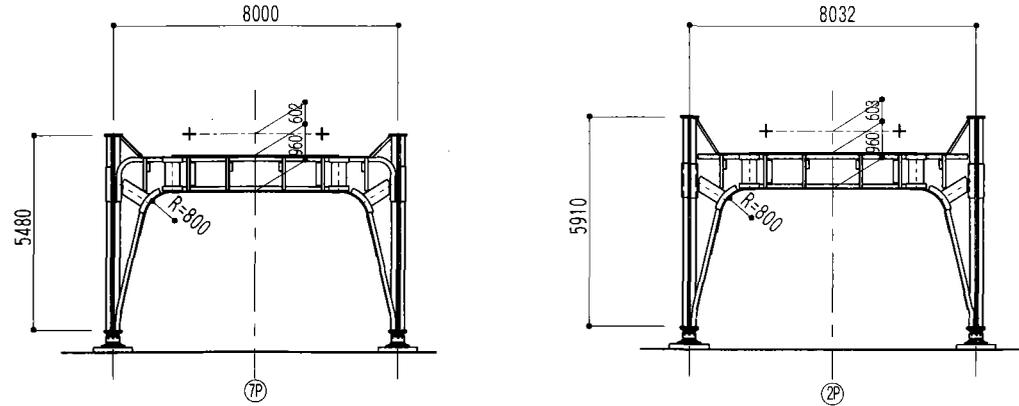


43

脚部側面図



断面図



一般図 (文献6)を参考に改図)

## 2. 概要

JR 中央線水道橋駅のホーム南側を急行線が走っている。中央線東京～中野間急行電車の運転開始は昭和8年(1933)9月であり、輸送力の増強が目的で開設されたものであった。当時、中央線の電車線は、飯田町～中野間の複々線化がすでに終わっていたので、飯田町～御茶ノ水間の線路増設工事が主体であった。水道橋架道橋は、白山通りと三崎町通りの間に架設された橋長約140mのラーメン形式の複線2主桁道床式鉄桁(すは 5142(7)-1)であり、当時としては珍しい構造形式であった。設計は、昭和7年(1932)に鉄道大臣官房研究所・第4科によって行われ、製作・架設は(株)横河橋梁製作所に請負い施工されている。

当時、この場所は市街地環境で、電車走行時の騒音を低減するため、鉄筋コンクリート構造で計画されていた。しかし、代替道路用地の確保が困難であり、東京都との設計協議において、幸いにも道路上空使用が認められた。このため、高架下空間のより有効な利用ができるように、我が国で最初の連続カンチレバー・ラーメン形式の鉄桁が考案された。複線下路の2主桁構造であり床組はバックルプレートによる道床式である。なお、すでにこの頃、ラーメン形式の橋梁には飯田橋通桥架道橋(大正15年)や、新宿駅構内の淀橋跨線線路橋(大正11年)などの実績があった。

また、本架道橋は、昭和46年(1971)に御茶ノ水側スパンに改造が施されている。これは、直下に車道および歩道を新設する改良工事によるもので、桁をほぼ中央で切断し新たに橋脚を設けて支持し、御茶ノ水側にセットバックされた橋台との間に、溶接構造の下路鋼床版プレートガーダーが増設された。

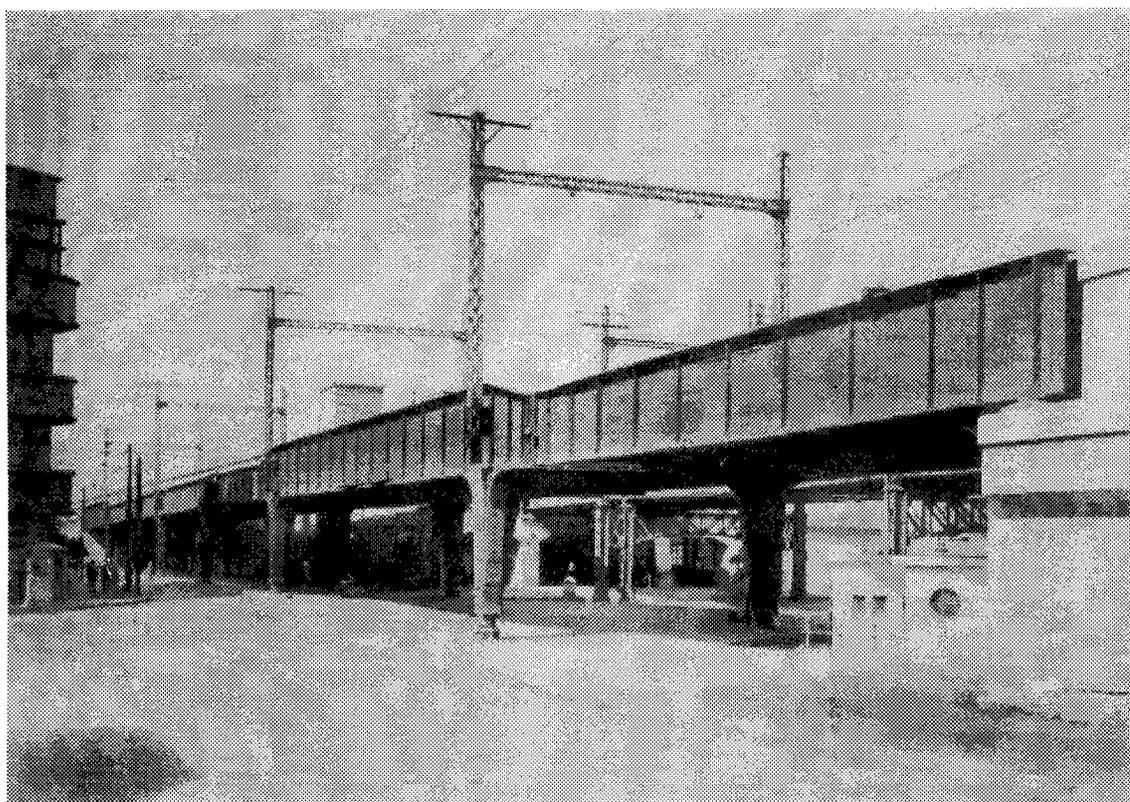


写真-1. 竣工当時の全景写真<sup>6)</sup>

手前の御茶ノ水側第一径間が切断、改造された。

### 3. この橋の見どころ

#### ラーメン橋脚

脚と桁の隅角部のRは1000mmであり、フランジには厚板が何枚も重ねられ重厚な印象を与えている。また、途中には水平継手も設けられている。

鉄道橋において鋼構造ラーメン形式の設計は、大正15年の飯田橋通り架道橋(中央径間19.1m)、および新屋敷架道橋(径間15.8m)であった。つづいて、昭和7年に本橋が設計された。



#### 桁の床組構造

本橋の下路桁は道床式で主桁中心間隔8.0mの複線2主桁である。床組は縦桁6本で横桁間隔は一般の桁より縮小された配置となっており、バックルプレートの小型化が図られたものと思われる。また、下綾構はラーメン橋脚の前後1格間に組まれている。

脚が、面内、面外方向にもラーメン構造となっているため、対傾構などの余計な部材がなく、桁下空間が有効に利用されている。



### ラーメン橋脚支承

ピボット構造であり、全方向に回転できる構造となっている。下支承の直径は、約700mmある。



### 飯田橋側より御茶ノ水側を望む

7スパン連続する高架橋は壮観な眺めである。当時の鋼構造の高架橋としては、最大規模のものであったと思われる。



### 道床式鋼床版桁増設部

左側が、既設桁を切断短縮した(TGCR607-1)、右側が、新設された下路鋼床版プレートガーダー(WTGC624-2)。



### 参考文献

- 1) 久保田敬一：「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」, 鉄道大臣官房研究所業務研究資料, 22-2, 1934.1.
- 2) 日本国有鉄道：「鉄道技術発達史」, 第2編, 施設, S34-1.
- 3) 土木学会：「日本土木史・大正元年～昭和15年」, (2)鋼構造物, S40.
- 4) 国鉄施設局特殊設計室：「橋桁類設計図面一覧表」, S27.8.
- 5) 土木学会歴史的鋼橋調査小委員会編：「歴史的鋼橋集覧」, 第一集上巻, pp148-150, 1997.12.
- 6) 株横河橋梁製作所：「製作品写真帳」, 第二輯.

－ 5. ③新水道橋架道橋（しんすいどうばしかどうきょう）

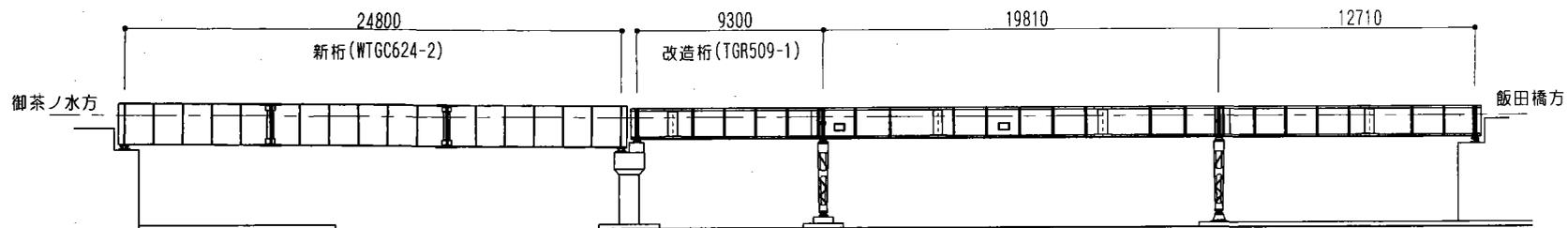


全 景 写 真

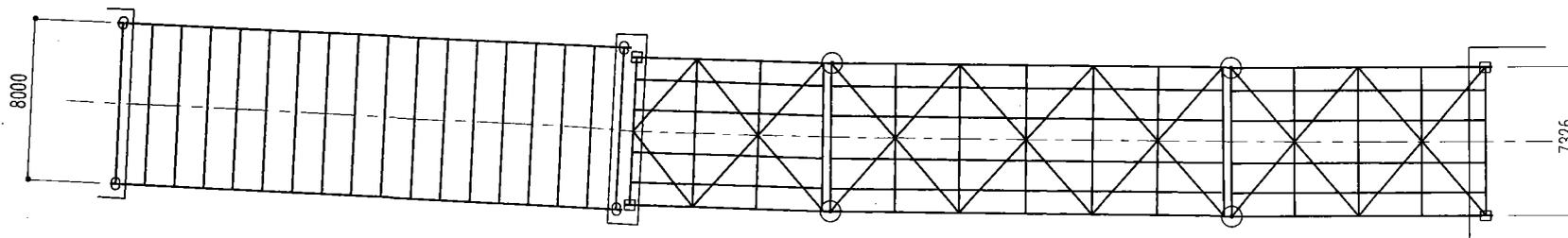
1. データ

- 竣工年月 : 明治 37 年(1904)  
鉄道名／線名 : JR 東日本／中央線（緩行線）  
駅 間 : 御茶ノ水－水道橋  
所在地 : 東京都千代田区  
跨越対象 : 白山通り  
橋長・幅員 : 44.6m（改造前），複線（主桁中心間隔 7.326m）  
構造形式 : 下路 2 主桁カンチレバー式プレートガーダー  
開床式（張板付），鋼製支柱付  
径間数・支間長 : 12.711+19.812+12.711m（改造前）  
鋼 重 : 不 明  
設計活荷重 : 88tf 機関車（ドイツ式示方書 KS-12 相当）  
設計者／設計年 : Harkort／  
製作者／製作年 : Harkort / 明治 37 年(1904)  
架設者／架設年 : 不 明  
下部工形式 : [橋台] 煉瓦造  
[橋脚] 鋼製支柱 2 基  
基礎工形式 : [橋台]  
[橋脚]  
備 考 : 橋桁腹板には Harkort 1904 の銘板がついている

側面図

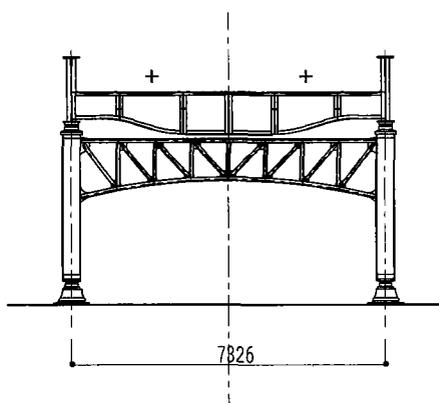


平面図



49

断面図



一般図

## 2. 概要

JR 中央線水道橋駅東側改札口を出ると、区道の白山通りがあり、この道路を跨いで、鋼製支柱で支えられた、鉸桁の鉄道橋が架かっている。この橋梁は、急行線水道橋架道橋と並列した架道橋であり、明治 37 年(1904)に私鉄甲武鉄道会社で建設されたものである。昌平橋架道橋や小石川橋通り架道橋と同様にドイツのハーコート社製の銘板が付いており、これらの 3 橋は同時期に製作されたものと知られている。

架道橋の構造は下路複線 2 主桁のカンチレバー式鉸桁で、鋼製支柱付きである。床組構造は開床式であるが、街路上のため防塵用の張板が取付けられている。ドイツ人技師 F・バルツァーの設計による市街線高架橋には、道床式バックルプレートの鉸桁が多く、複線 2 主桁開床式の橋梁は数少ないものと思われる。

なお、本架道橋も水道橋架道橋と同様に、既設桁の一部改造と新桁増設が施されている。

## 3. この橋の見どころ

### 桁の床組構造

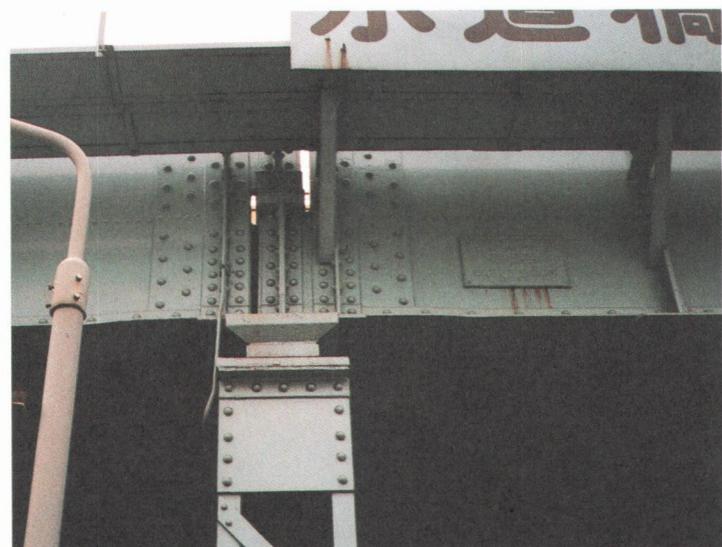
当時の架道橋には一般に道床式鉸桁が架けられたが、本橋は開床式で複線 2 主桁の 3 径間カンチレバー式の鉸桁である。床組の縦桁は 4 本で、横桁間隔を小さくした配列であり、街路上のため、防塵用の張板を取り付けた構造となっている。また、支点上横桁ウェブのみ舟形状となっている。



### 鉸桁の架け違い部

架け違い部の構造は、昌平橋架道橋と同様のディテールとなっている。右側に見える銘板は、ハーコート社のものではなく

「CHINA AND JAPAN TRADING CO.LD/  
89 YOKOHAMA/CONTRACTORS/  
供給者/支那及日本貿易商会/横浜八十九番」  
と綴られており、当時の貿易商社の  
ものと思われる。



## 鋼製支柱

支柱の上下支承およびトラス状連結材のディテールは、昌平橋架道橋のものと同様であり、当時の標準形式であったと思われる。ただし、昌平橋架道橋より主構間隔が広い為、トラス下弦材はより滑らかな曲線を描いている。



## ハーコート(Harkort)社の銘板



## 橋の軌道

軌道は、御茶ノ水方向に向かってわずかにカーブしており、主桁も架け違い部で少しずつ折り曲げられた構造となっている。



## 参考文献

- 1) 久保田敬一：「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」, 鉄道大臣官房研究所業務研究資料, 22-2, 1934.1.
- 2) 日本国有鉄道：「鉄道技術発達史」, 第2編, 施設, S34-1.
- 3) 土木学会：「日本土木史・大正元年～昭和15年」, (2)鋼構造物, S40.
- 4) 日本国有鉄道：「日本国有鉄道100年史」, S45.
- 5) 市原久義, 片寄紀雄, 賛田秀世：「東京市街線鉄道高架橋の設計」, 土木史研究, 第10巻, 1990.6.
- 6) 土木学会歴史的鋼橋調査小委員会編：「歴史的鋼橋集覧」, 第一集上巻, pp.77-78, 1997.12.

－ 5. ④第一 三崎町通り架道橋（だいいちみさきちょうどおりかどうきょう）

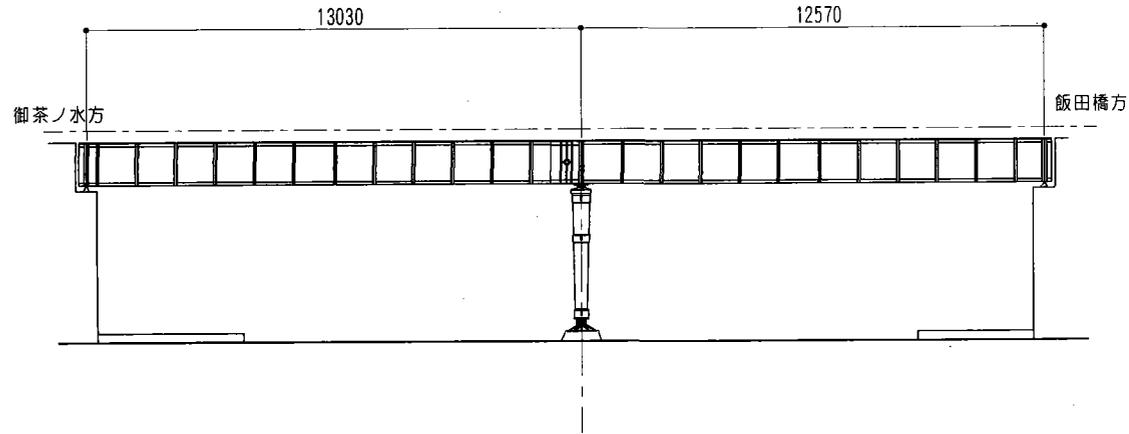


全 景 写 真

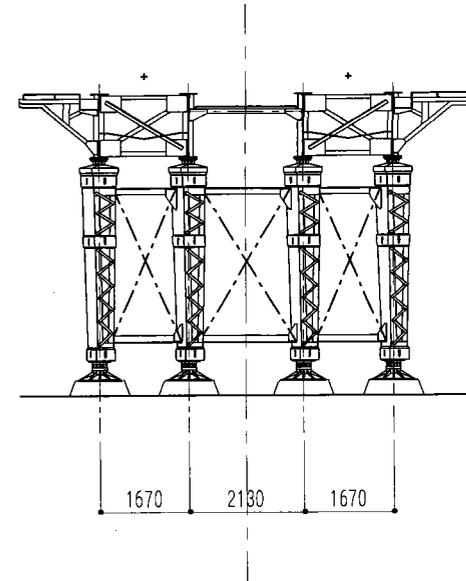
1. データ

- 竣工年月 : 大正 15 年(1926)  
鉄道名／線名 : JR 東日本／中央線（緩行線）  
駅 間 : 水道橋－飯田橋  
所在地 : 東京都千代田区  
跨越対象 : 三崎町通り  
橋長・幅員 : 27.5m, 複線（主桁中心間隔 1670mm）  
構造形式 : 上路 2 主桁カンチレバー式プレートガーダー（単線並列, 斜角右 61°）  
開床式（張板付）, 鋼製支柱（き-1）  
径間数・支間長 : 13.03 + 12.57m  
鋼 重 : 56.85tf  
設計活荷重 : クーパー荷重 E33（KS-15 相当）  
設計者／設計年 : 鉄道大臣官房研究所／大正 15 年(1926)  
製作者／製作年 : 不 明  
架設者／架設年 : 不 明  
下部工形式 : [橋台] 煉瓦造  
[橋脚] 鋼製支柱  
基礎工形式 : [橋台]  
[橋脚]  
備 考 : 急行線は複線 2 主桁下路鉸桁（すは 526-2）で昭和 7 年(1932)に架設されている。

側面図

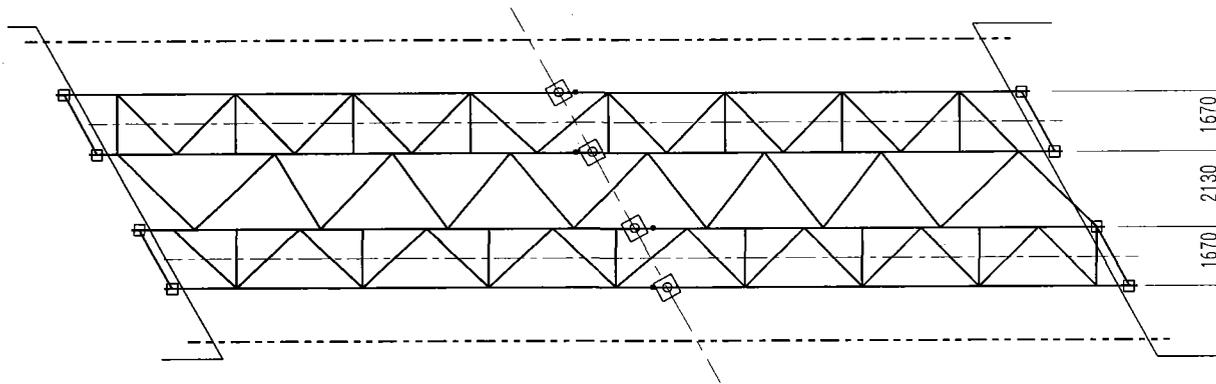


断面図



53

平面図



一般図 (図面ハ86(2)-1を参考に改図)

## 2. 概要

JR 中央線水道橋駅の西側改札口を出ると、三崎町通りがあり、急行線用鈹桁と並列して、鋼製支柱で支えられた架道橋がある。

この架道橋は、三崎町通りの道路拡幅計画のため、大正 15 年(1926)に我が国で設計された橋梁(ハ 86(2)-1, ケパ-E33)で、道路中央部に設けた鋼製支柱(形式き-1)で桁を支えた、カンチレバー形式の 2 径間上路鈹桁である。

床組の構造は、張板付きの開床式で、上下線に単線桁を並列している。桁間には下横構を設けることにより、剛性を高めた設計がなされている。短スパンで桁下空頭が確保されるため、下路桁を用いずに、上路桁が使用されたものと思われる。

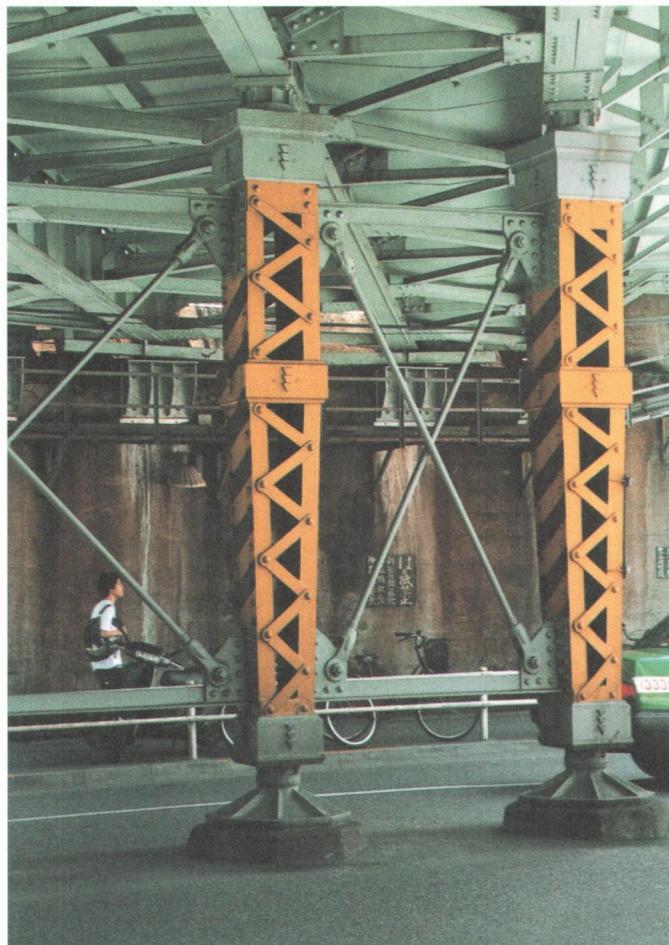
なお、急行線には複線 2 主桁で道床式バックルプレートの下路鈹桁(すは 526-2)が昭和 7 年(1932)に架けられている。

## 3. この橋の見どころ

### 鋼製支柱と筋交い

径間の大きな架道橋などでは、桁支間を短縮するために歩車道境界に鋼製支柱が設けられることが多い。この支柱は鉛直荷重のみに耐える独立支柱で、橋軸および橋軸直角方向の水平荷重はすべて桁自体によって、橋台に伝達する構造となっている。また、鋼製支柱の上下端には球面支承を用い、柱に対して常に中心荷重として力が作用するよう考慮し、任意の方向に回転ができるようしたものである。各支柱間にはアイバーによる筋交いが組まれている。

写真の支柱は「き-1」と呼ばれる当時の標準形式の鋼製支柱であり、一基当たり 135tf の荷重を支持できるよう設計されている<sup>5)</sup>。



### 桁の架け違い部

左右の主桁でヒンジのある位置が異なっている。手前の主桁は脚の左側が吊桁、奥は右側が吊桁となっているようである。左右別々の構造系で計算されているのであろうか。

支柱に取り付けられた小さな三角形が縦に三つ並んだ飾り板は鋳物製で、ビス止めされている。



### 単線桁の並列構造

本橋は斜角右  $61^\circ$  の単線桁を並列した構造である。横方向の剛性を増すために、ラテラルにより上下線の桁が連結されている。



### 参考文献

- 1) 久保田敬一：「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」, 鉄道大臣官房研究所業務研究資料, 22-2, 1934.1.
- 2) 日本国有鉄道：「鉄道技術発達史」, 第2編, 施設, S34-1.
- 3) 土木学会：「日本土木史・大正元年～昭和15年」, (2)鋼構造物, S40.
- 4) 日本国有鉄道：「日本国有鉄道100年史」, S45.
- 5) 鉄道省大臣官房研究所編纂：「鉄道設計図表全集 付参考図表(橋梁の部)」, (株)鉄道時報局, pp.165, S3.12.

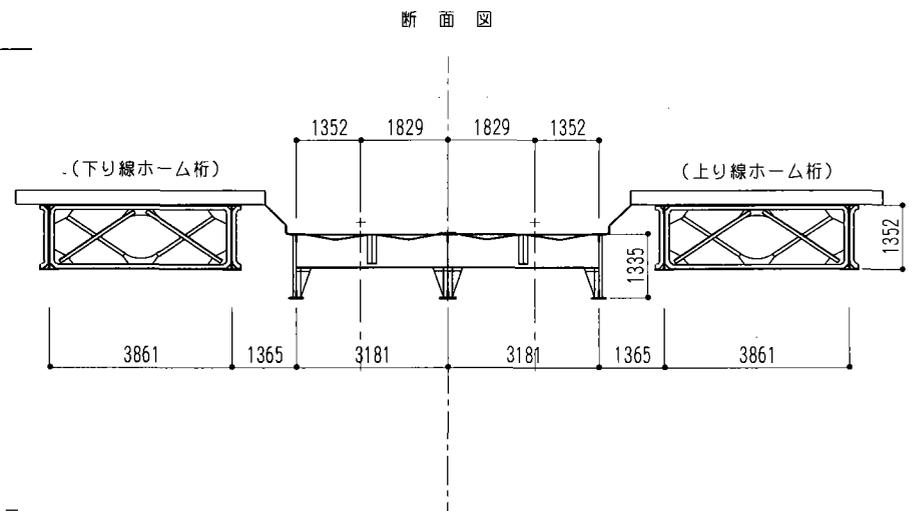
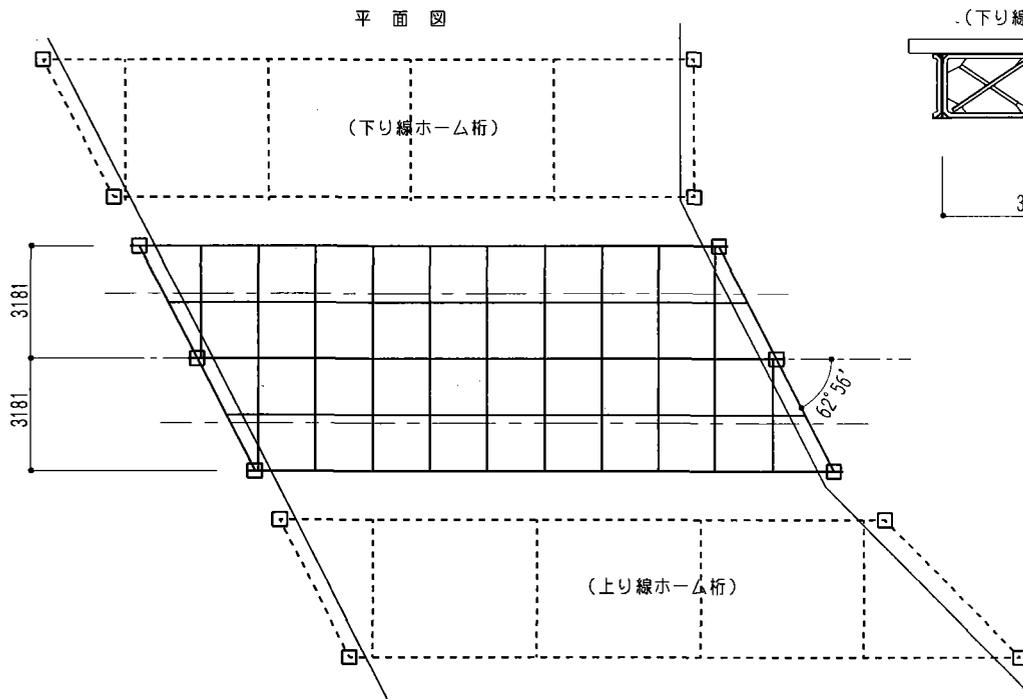
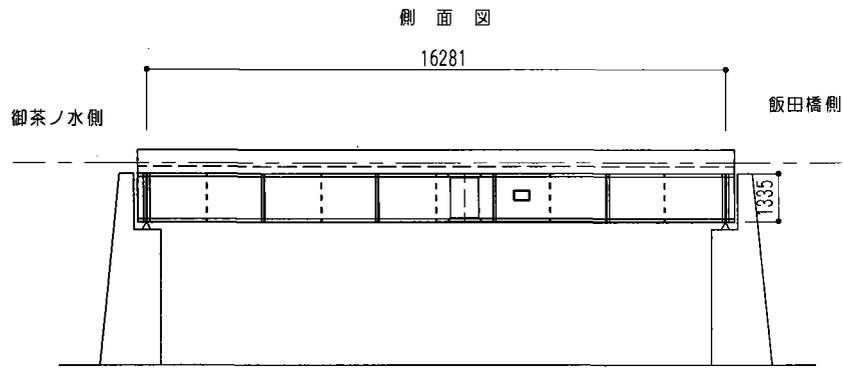
－ 5. ⑤第二 三崎町通り架道橋（だいにみさきちょうどおりかどうきょう）



全 景 写 真

1. データ

竣工年月 : 明治 37 年(1904)12 月 31 日  
鉄道名／線名 : JR 東日本／中央線（緩行線）  
駅 間 : 水道橋駅構内  
所在地 : 東京都千代田区  
跨越対象 : 三崎町通り  
橋長・幅員 : 15,176m, 複線（主桁中心間隔 2@3.181m）  
構造形式 : 上路 3 主桁単純プレートガーダー（斜角右 62° 56′ ）  
道床式（ハッカルプレート）  
径間数・支間長 : 16.281m  
鋼 重 : 44tf  
設計活荷重 : 88tf 機関車（ドイツ式示方書 KS-12 相当）  
設計者／設計年 : Harkort／  
製作者／製作年 : Harkort／明治 37 年(1904)  
架設者／架設年 : 不 明  
下部工形式 : [橋台] 煉瓦造  
[橋脚]  
基礎工形式 : [橋台]  
[橋脚]  
備 考 :



一般図

## 2. 概要

JR 中央線御茶ノ水～飯田橋間は、明治 37 年(1904)に私鉄甲武鉄道会社で建設され複線開業した区間であり、線路はすべて高架形式で道路と交差する部分は架道橋となっている。

水道橋駅は三崎町通りを跨ぐ位置に設けられた高架駅であり、旅客ホームは相対式で、上下線用ホーム桁の間に電車線用の複線道床式の鈹桁が架設されている。橋桁の構造は複線 3 主桁のバックルプレートによる道床式、斜角右約 60° の上路鈹桁である。床組は縦桁 1 本、横桁 5 本で横桁間隔の中間に支材を設け、バックルプレート形状の小型化が図られている。

本橋のように主桁が並列する場合、横桁あるいは対傾構によって荷重分配を考慮した設計が可能であり、上路桁では道床式とすることにより軌道が桁上にどのように配置されてもよい構造とすることができる<sup>6)</sup>。そのため、道床式上路鈹桁は分岐レールが配置される駅構内の橋梁に一般に用いられている。当時の複線軌道中心間隔は 3.35m (11ft) であったが、本橋の場合、軌道中心間隔は 3.65m であり、3 本の主桁に複線の荷重を配分した割合は、側主桁 57%、中央主桁 86% であり、下フランジ幅はそれぞれ 310mm、360mm で中央主桁断面を縮小した設計が行われたものと思われる。

この架道橋も、同区間に架設された新水道橋架道橋、小石川橋通り架道橋などほぼ同時期に建設されたもので、ドイツのハーコート社製のものである。

また、平行して架設されているホーム桁は、コンクリート床版の 2 主桁の鈹桁である。主桁腹板の補剛材および対傾構の上下弦材は 2 本の山形構を背中合わせにした 2 L 型で、補剛材の上下端は“く”の字型に湾曲させて主桁腹板およびフランジに接合されている。また、主桁内側の補剛材は対傾構と一体となったフレーム形式で、明治 30 年当時の上路鈹桁のディテールと同様である。

## 3. この橋の見どころ

### 桁の床組構造

約 3m 間隔に設けられた横桁の中間に、縦桁より少し桁高の低い横支材が設けられておりバックルプレートの小型化が図られている。

これと同様ディテールを昌平橋架道橋にも見ることができる。



## 軌道桁とホーム桁

軌道桁の腹板には新水道橋  
架道橋と同じく

「CHINA AND JAPAN TRADING  
CO.LD/89 YOKOHAMA/  
CONTRACTORS/供給者/

支那及日本貿易商会/横浜八十九番」  
と綴られたネームプレートが  
取り付けられている。手前に  
見えるのはホーム桁である。

異なったディテールをもつ  
2種類の鉄桁を対比しながら  
見る事が可能であり非常に  
興味深い。



## 軌道面

ホーム下に斜めの張板の  
見える部分が架道橋部分である。  
道床式のため、注意しないと  
見過ごしてしまう。軌道の中心  
にはホーム上屋を支える古  
レール製の支柱が並んでいる。



## 参考文献

- 1) 久保田敬一：「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」, 鉄道大臣官房研究所業務研究資料, 22-2, 1934.1.
- 2) 日本国有鉄道：「鉄道技術発達史」, 第2編, 施設, S34-1.
- 3) 土木学会：「日本土木史・大正元年～昭和15年」, (2) 鋼構造物, S40.
- 4) 日本国有鉄道：「日本国有鉄道100年史」, S45.
- 5) 市原久義, 片寄紀雄, 費田秀世：「東京市街線鉄道高架橋の設計」, 土木史研究, 第10巻, 1990.6.
- 6) 島 秀雄：「東京駅誕生・お雇い外国人バルツアーの論文発見」, 鹿島出版会, 1990.6.

－ 5. ⑥小石川橋通り架道橋（こいしかわばしどおりかどうきょう）

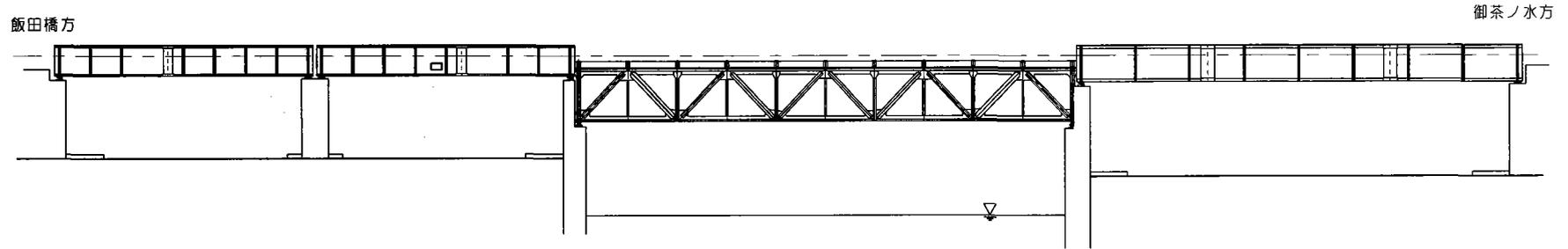


全 景 写 真

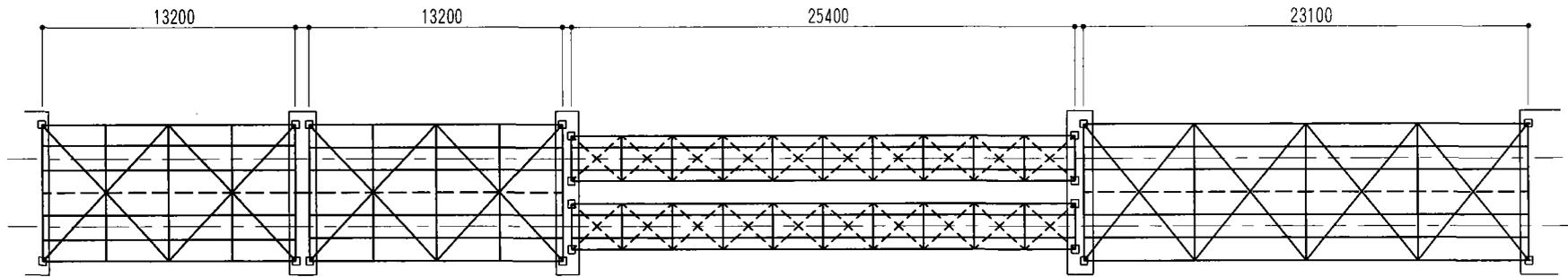
1. データ

竣工年月 : 明治 37 年(1904)12 月 31 日開通  
鉄道名／線名 : JR 東日本／中央線（緩行線）  
駅 間 : 水道橋－飯田橋  
所在地 : 東京都千代田区  
跨越対象 : 小石川橋通り, 日本橋川  
橋長・幅員 : 74.3m, 複線  
構造形式 : 下路 2 主桁単純プレートガーダー（複線）, 開床式（張板付）  
                  上路単純ワーレントラス（単線並列）, 開床式  
径間数 : 支間長 : 13.20 + 13.20 + 25.40 + 23.10m  
                  (1:プレートガーダー) (1:プレートガーダー) (2:トラス) (3:プレートガーダー)  
鋼 重 : (2)37.655tf×2, (3)70.166tf, (1)37.628tf×2  
設計活荷重 : 88tf 機関車（ドイツ式示方書 KS-12 相当）  
設計者／設計年 : Harkort／  
製作者／製作年 : Harkort／明治 37 年(1904)  
架設者／架設年 : 不 明  
下部工形式 : [橋台] 煉瓦造  
                  [橋脚] 煉瓦造  
基礎工形式 : [橋台]  
                  [橋脚]  
備 考 : 鈹桁腹板には Harkort 1904 の銘板が付いている。

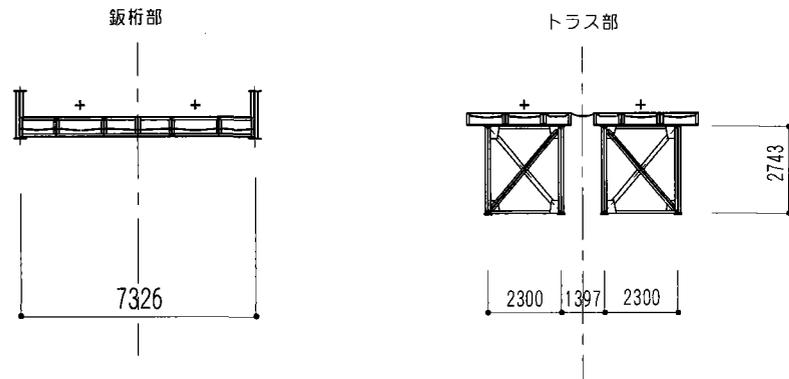
側面図



平面図



断面図



一般図

## 2. 概要

JR 中央線水道橋～飯田橋間のほぼ中間位置附近に、区道の小石川通りを跨ぐ架道橋と、それに続き日本橋川に架かる上路トラス桁の鉄道橋がある。この橋梁は私鉄甲武鉄道会社によって、建設されたものである。道路上の架道橋は、下路複数2主桁の鋳桁で、開床式のため防塵用の張板付きであり、銘板によりドイツのハーコート社の製作（1904年）であると知られている。

また、日本橋川に架かる上路ワーレントラス橋は、長い間製作会社が不明であったが、詳細な調査の結果、スパンや部材寸法は呎吋制ではなくメートル制で設計、製作されたものであること、さらに、トラス部材の型鋼から文字を記した陽刻が発見され、このマークはハーコート社のものであることから、鋳桁と同様に同社の製作によるものであることが判明した<sup>7)</sup>。

鉄道橋の設計方式を調べると、ドイツ式は九州地区で多く採用された形式であり、東京近辺では中央線の万世橋～飯田町間、山手線の東京～新橋間（東京市街線アーチ高架橋）に採用されている。これはベルリン市街高架橋並の建設に従事した後に、日本に招聘されたお雇いドイツ技師

H・ルムシュッテルとF・バルツァーの業績によるものと思われる<sup>5)</sup>。なお、ハーコート社で製作した鋳桁の設計には、88tf 機関車による活荷重が用いられており、KS-12 荷重に相当するものである。

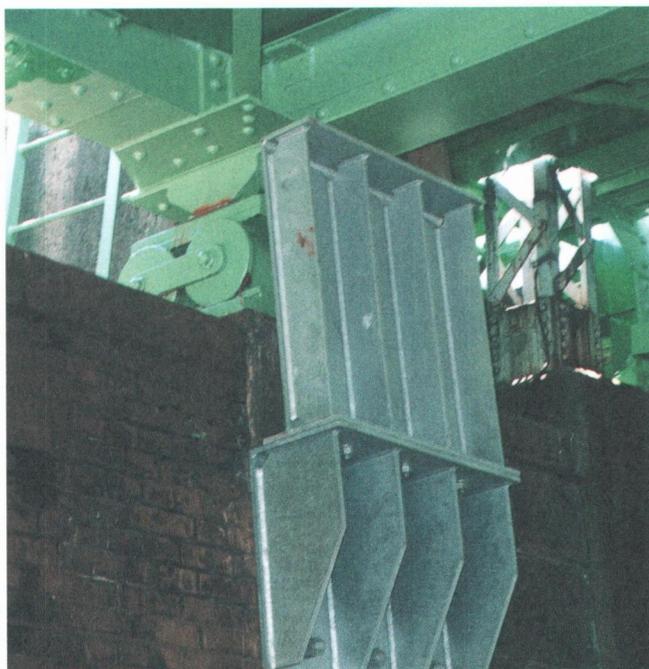
## 3. この橋の見どころ

### 鋳桁のローラー支承

スパン 23.4m の下路鋳桁可動端には、2 本ローラー支承が用いられている。固定端側は調査困難であった。

わが国で鋳桁支承にピンおよびローラーが用いられたのは本橋と、大正6年(1917) 達第16号の径間80ft 用下路鋳桁のみで、特異な存在となっている。

これは、当時の示方書で径間80ft 以上の可動端支承には、ローラーまたは、ロッカー形式のものを用いる条項があったためである。



### トラス弦材断面と格点部

上下弦材断面がT形であるのがこのトラスの特徴である。また、格点部には、ガセットプレートを用いずにT形弦材の腹板を大型にして、斜角と垂直材をリベット結合するディテールが採用されている。このような構造のトラス橋は、スイスの鉄道橋などによく見受けられるものであり、イギリスのハンディサイド社製作のトラスにも、この手法が用いられている。



### 下路鈹桁の床組構造

垂直補剛材の間隔が大きく飛んでいる様子がわかる。



(写真提供 JR 東日本)

### 参考文献

- 1) 久保田敬一：「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」, 鉄道大臣官房研究所業務研究資料, 22-2, 1934.1.
- 2) 日本国有鉄道：「鉄道技術発達史」, 第2編, 施設, S34-1.
- 3) 土木学会：「日本土木史・大正元年～昭和15年」, (2)鋼構造物, S40.
- 4) 日本国有鉄道：「日本国有鉄道100年史」, S45.
- 5) 市原久義, 片寄紀雄, 賛田秀世：「東京市街線鉄道高架橋の設計」, 土木史研究, 第10巻, 1990.6.
- 6) 土木学会歴史的鋼橋調査小委員会編：「歴史的鋼橋集覧」, 第一集上巻, pp.186-187, 1997.12.
- 7) 成瀬輝男編：「鉄の橋百選」, 東京堂出版, 1994.9.

－ 5. ⑦ 飯田橋通り架道橋（いいだばしどおりかどうきょう）



全 景 写 真

1. データ

- 竣工年月 : 大正 15 年 (1926)  
鉄道名/線名 : JR 東日本/中央線  
駅 間 : 飯田橋構内  
所在地 : 東京都千代田区  
跨越対象 : 目白通り  
橋長・幅員 : 28.8m, 線数 [単線×2 (緩行線), 複線 (急行線), 単線 (引き込み線)]  
構造形式 : 下路 2 主桁 (単線), 下路 3 主桁 (複線) カンチバ ー式ラメンプレートガ ーター  
開床式 (張板付)  
径間数: 支間長 : 5.82 + 19.10 + 5.82m  
鋼 重 : 134.324tf, 124.491tf, 57.181tf  
設計活荷重 : クーパー荷重 E-40 (KS-18 相当)  
設計者/設計年 : 鉄道大臣官房研究所 / 大正 15 年 (1926)  
製作者/製作年 : 不 明  
架設者/架設年 : 不 明  
下部工形式 : [橋台] RC 造  
[橋脚] 鋼製橋脚 (桁と剛結)  
基礎工形式 : [橋台]  
[橋脚]  
備 考 : 緩行線は単線桁で、上下線間には旅客ホームを支える桁も架  
かっている。



## 2. 概要

JR 中央線飯田橋駅の北側改札口を出ると、区道の目白通りがあり、この道路を跨いでラーメン形式鋼桁の鉄道橋が架かっている。この架道橋は大正 15 年(1926)に、我が国で設計されたされた橋梁 (ハ 97(3)-2,3,4,ケハ-E40) で、中央径間 19.1mのラーメン形式鋼桁であり、カンチレバー構造で前後に短い側径間を設けた 3 径間の橋梁である。床組は開床式で道路上のため、防塵用の張板を取付けた下路形式である。

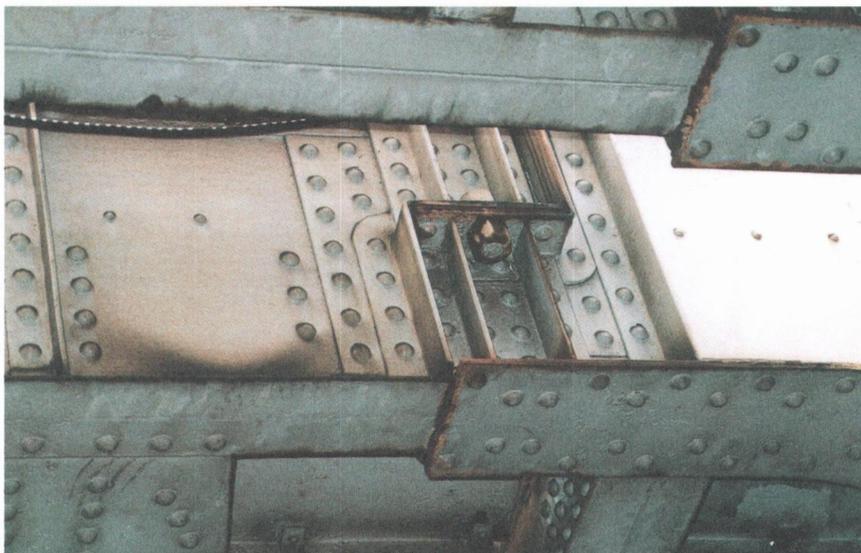
甲武鉄道会社により建設された初代の高架橋は、新水道橋架道橋や三崎町通り架道橋と類似する両橋台間に支柱を設けて桁を支持するカンチレバー式の鋼桁であった。しかし、目白通りの拡幅と飯田橋駅の新設計画により改築されることとなり、現在の架道橋はその架け替え後のものである。構造形式は、関東大震災後の高架橋の建設でもあることを配慮して、耐震性の高いラーメン構造が採用された。

なお、現在の飯田橋駅は、当時の飯田町と牛込の両駅を廃止して、その中間位置に電車専用駅として新設されたもので、昭和 3 年(1928)11 月に開業されている。

## 3. この橋の見どころ

### ラーメン形式鋼桁

手前より、緩行下り線 (ハ 97(3)-4, 単線 2 主桁、上り線も同じ構造)、急行上下線 (ハ 97(3)-3, 複線 3 主桁)、引き上げ線 (ハ 97(3)-2, 単線 2 主桁)。ラーメン式鋼桁 4 連が平行して並んでいる姿は圧巻である。

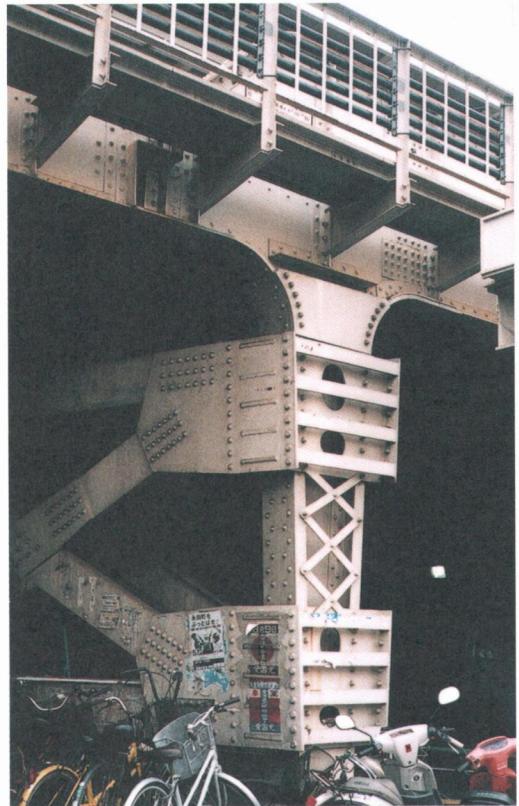


桁の架け違い部  
鉛直方向にピンが挿入されている。

## 支柱，対傾構

水道橋架道橋のラーメン脚は、面内、面外両方向に対してラーメン構造となっているが、本橋の脚は、面内方向のみラーメン構造であり、面外方向にはかなり強固な対傾構が組まれている。当初の設計図面

(ハ97(3)-2,3,4)には、これら対傾構の設計はなく、近年、何らかの理由により取り付けられたものと思われる。



## ラーメン橋脚の支承

外見からは剛結のように見えるが、内部にピン支承が組み込まれている。鉸桁の支柱にラーメン脚を採用するようになったのは、関東震災後の大正13年当時からである。脚の支承には鋳鋼による球面支承が用いられたが、この構造は桁の跳ね上がり防止に欠ける嫌いがあった。ここでは、上杓と下杓のピンプレートに水平方向にピンを挿入し、上揚力に抵抗できる構造が用いられている。

[執筆担当 佐々木秀弥，長塚龍二，掘井滋則]

## 参考文献

- 1) 久保田敬一：「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」，鉄道大臣官房研究所業務研究資料，22-2，1934.1.
- 2) 日本国有鉄道：「鉄道技術発達史」，第2編，施設，S34-1.
- 3) 土木学会：「日本土木史・大正元年～昭和15年」，(2)鋼構造物，S40.
- 4) 国鉄施設局特殊設計室：「橋桁類設計図面一覧表」，S27.8.
- 5) 土木学会歴史的鋼橋調査小委員会編：「歴史的鋼橋集覧」，第一集上巻，pp.146-147，1997.12.