

特異な構造の鋼下路アーチ橋 —海幸橋— について

About Unique Two Hinged Arch — Kaikou Bridge

掘井 滋則*, 小西 純一**

By Shigenori HORII, Junichi KONISHI

概要

海幸（かいこう）橋は、1927年（昭和2）に東京市により旧築地川東支川の隅田川合流部付近に架設された、支間26.2m、幅員15.1mの鋼下路アーチ形式の橋梁である。

従来よりこの橋の構造形式は、ソリッドリブタイドアーチであると分類されてきたようであるが^{1) 2)}、アーチリブは細く軽快で、タイ材に相当する桁の方が高くかなり剛性の大きな構造となっており、プロポーション的にはいわゆるランガー桁のようである。

しかし、アーチリブが立ち上がって路面上に出たところにヒンジが設けられていること、また、アーチリブが円弧を描いていることなど、普通のランガー桁とは異なった構造を呈している。

我が国における下路アーチ橋の初期の段階に出現した、このように他に例を見ない構造の橋とその仲間について紹介するとともに、橋梁発達史における位置付けについて考察を述べる。

1. 海幸橋の建設経緯

現在の東京都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、海軍関連の施設が立ち並ぶ海軍省の中核であった。1923年（大正12）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、今の築地市場の始まりであると言われている³⁾。

その後、東京市と海軍との間で正式な用地交渉が行わ

れ、1930年（昭和5）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、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^{4) 5)}。

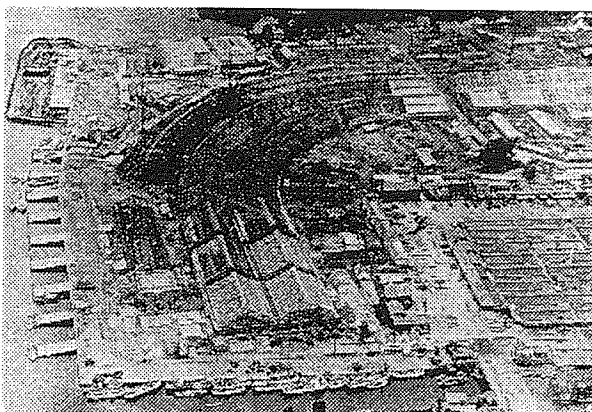


写真-1 1932年（昭和7）建設中の築地市場³⁾



図-1 海幸橋 位置図

Keyword : 下路アーチ橋, ランガー桁, 昭和期

*正会員 榎横河ブリッジ

(〒273-0026 船橋市山野町27)

**正会員 工博 信州大学工学部 助教授

(〒380-8553 長野市若里500)

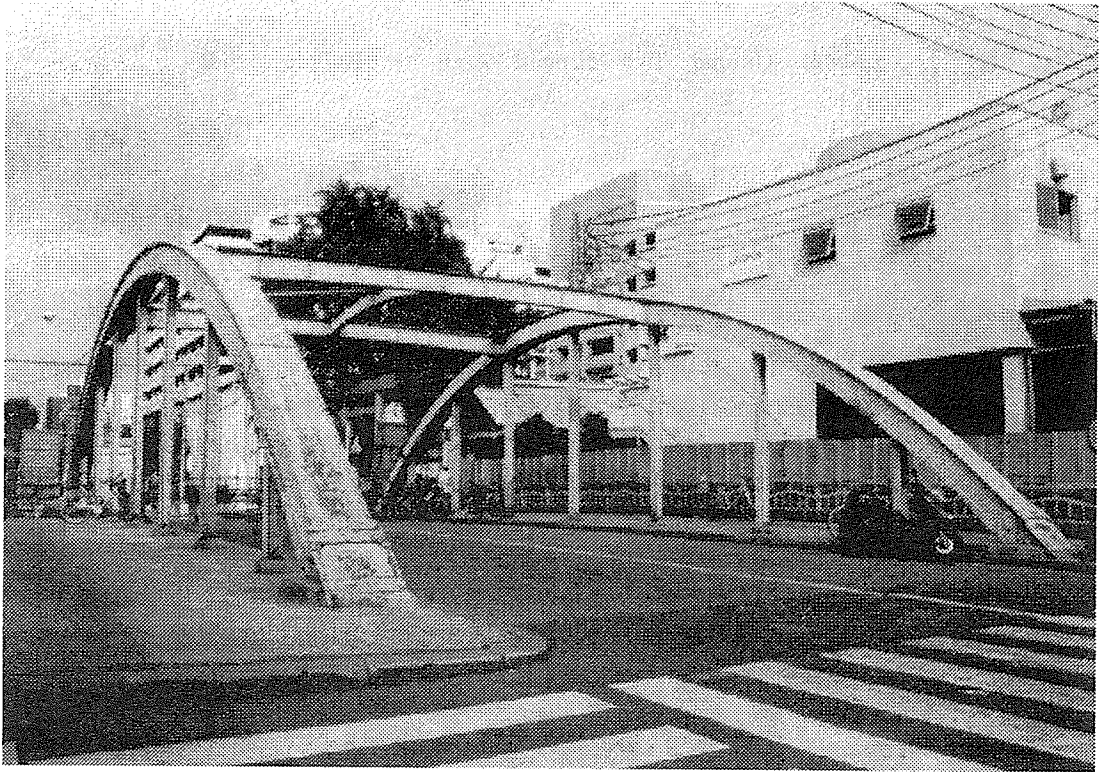


写真-2 海幸橋の全景 (撮影：掘井,1998,8)

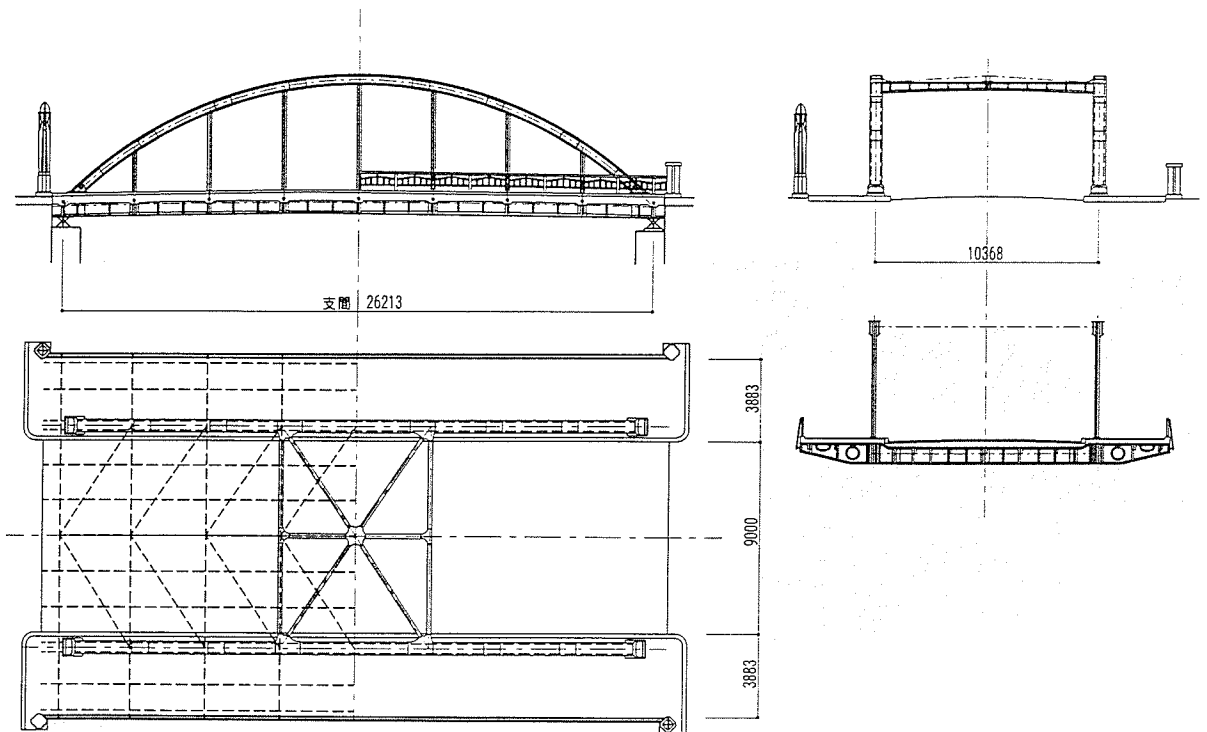


図-2 海幸橋 一般図 (作成：掘井)

2. 海幸橋の諸元と構造上の特徴

(1) 諸元¹⁾

竣功年月：1927年(昭和2)10月22日

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 [1995年(平成7)に埋め立て]

橋長・幅員：26.21×15.1(9.0+2@3.1)m

径間数・支間長：1×27.5m

設計荷重：自動車12tf, 転圧機14tf, 群集荷重

(2) 構造上の特徴

海幸橋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、 $f = (\text{ライズ}/\text{スパン比})$ 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形状を[図-3]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である。断面形状はいずれもI断面であり、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、1929年(昭和4)に神田川に架けられた柳橋(スパン $L=36.6\text{m}$)の断面を[図-3]に合わせて示す⁸⁾。部材高さはアーチリブが約850mm、タイ材が約500mm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との接合部

[写真-3]にアーチリブと下弦材の接合部の構造を示す。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、ヒンジとなっている。ヒンジの構造は、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。

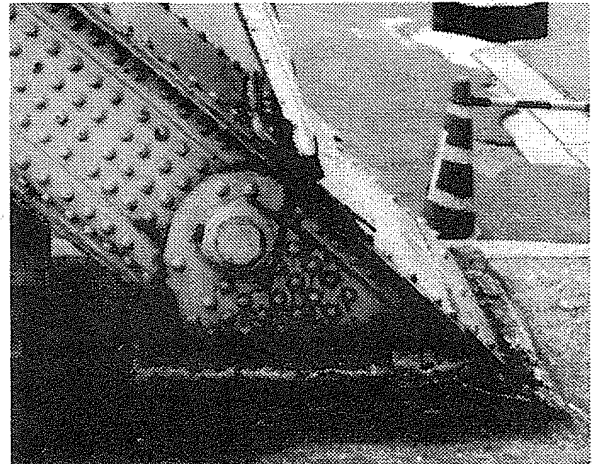


写真-3 海幸橋のヒンジ部 (撮影：掘井,1998,8)

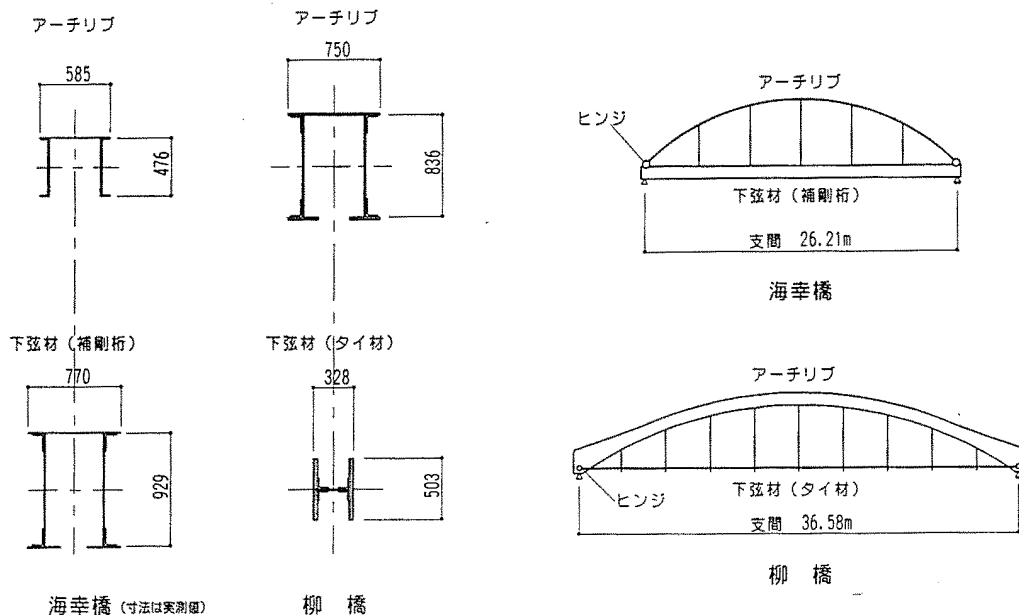


図-3 海幸橋と柳橋の断面形状の比較 (作成：掘井)

4) 親柱

本橋は意匠的にも特徴を持っており、照明が組込まれた背の高い親柱〔写真-4〕が、橋梁中心に対して点対称に配置されている。さらに、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^{7) 8)}。

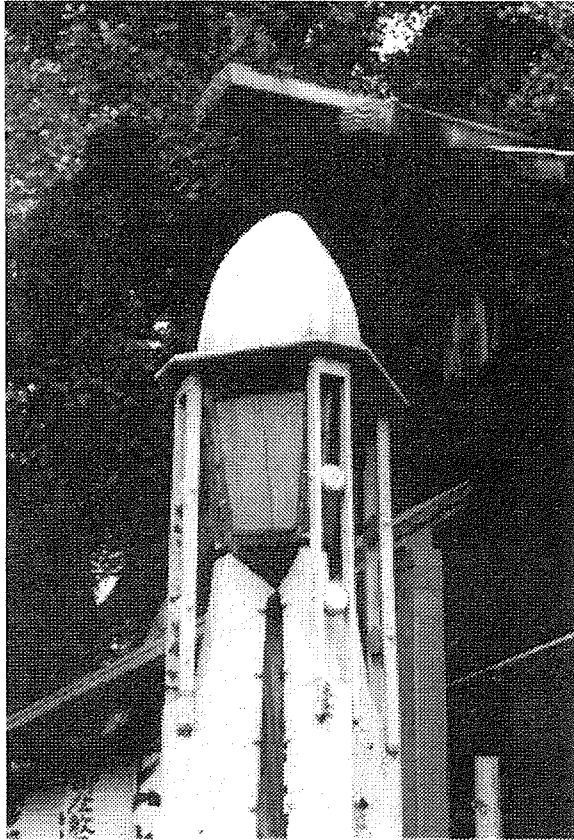


写真-4 海幸橋の親柱 (撮影：掘井,1998,8)

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アーチ橋がどのような経緯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、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⁷⁾。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ナル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構造(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、角折れが目立ちポ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) 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方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。

4. 海幸橋と同構造の橋梁

海幸橋の他に、これと同様の構造を持つ下路アーチ橋として、東京都江東区に白妙橋が現存している。以下にその諸元と概要を示す。

(1) 白妙橋の諸元¹⁾

竣工年月：1937年(昭和12)

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

径間数・支間長：1×37.8m

設計荷重：自動車 12tf, 転圧機 14tf, 群集荷重

(2) 白妙橋の概要

白妙橋は、1937年(昭和12)に東京市により当時の平久川河口付近に建造された橋梁である。旧橋は、木製の桁橋であったが1936年(昭和11)9月の台風により被災したため、現在の鋼下路アーチ橋に架け替えられた。



図-4. 白妙橋 位置図

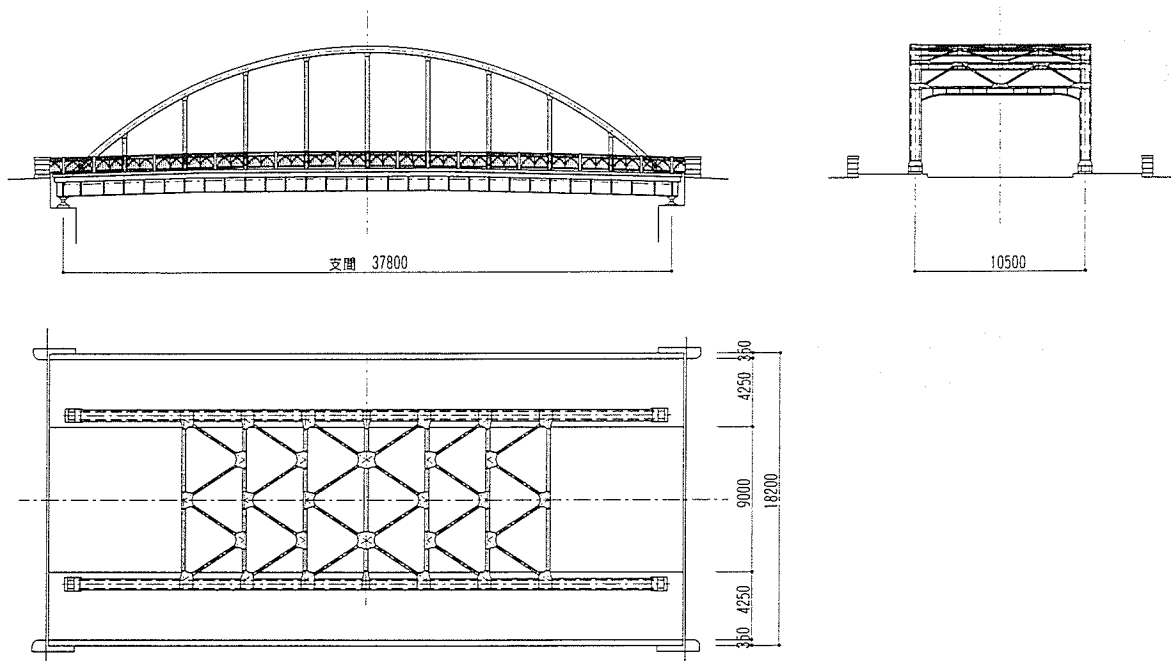


図-5 白妙橋 一般図 (作成: 掘井)

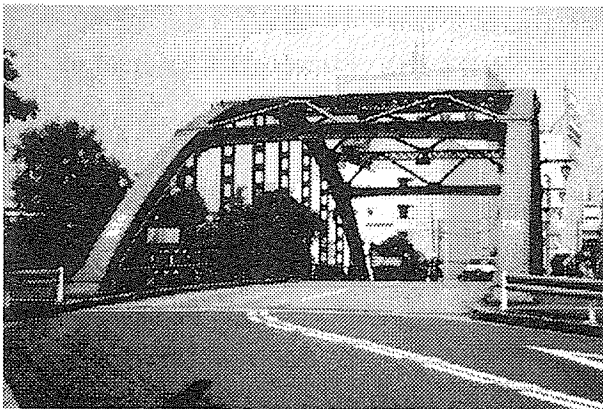


写真-5 白妙橋の全景 (撮影: 小西, 1997,5)

アーチリブの骨組形状はやはり $R=25.5\text{m}$ の単円で構成されており $f=$ (ライズ/スパン比) も、約 $1/4.9$ である。さらに、アーチリブと下弦材の剛比 I_a/I_g も約 $1/10$ であり、丁度、海幸橋を一回り大きくした構造となっている。

アーチリブ立ち上がり部のヒンジ構造を [写真-6] に示す。海幸橋が2枚のピンプレートの内側にアーチリブを差込み、ピンを挿入するだけの単純な構造であるのに対して、白妙橋のそれは鋳物製のピン支承がアーチリブの中に組み込まれており、ヒンジ部の防錆にかなり配慮したディテールとなっている。また、全体的に見ても構造としてかなり完成された印象を受ける。

この橋に関しては、図面や工事契約の内容を示す比較的详细な資料が残っており⁹⁾、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、この構造形式について「一径間ランガー式補剛繫拱橋」明記されている。すなわち、ランガー式補剛タイドアーチ橋である。橋桁の製作、架設は関宮地鐵工所により行われている。

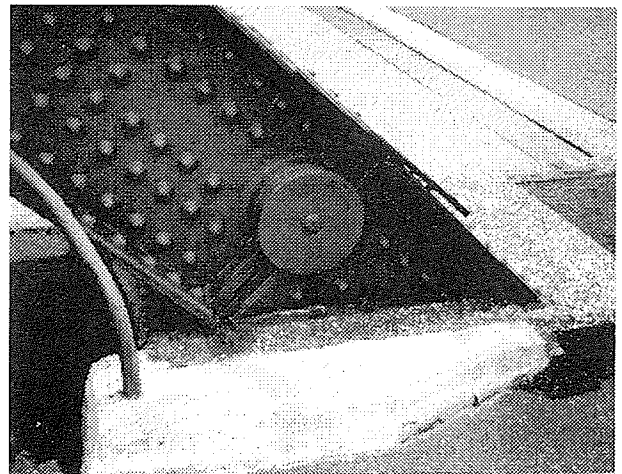


写真-6 白妙橋のヒンジ部 (撮影: 小西, 1997,5)

5. まとめ

我が国近代橋梁史の初期の段階に登場した特異な構造をもつアーチ橋、海幸橋とその仲間について、技術的、歴史的評価を試みると、次のとおりである。

- 1) 海幸橋と全く同様の構造を持つ白妙橋が、下路ランガー桁として設計されていることより、海幸橋も構造的にランガー桁として設計されていることが十分に考えられる。
- 2) 我が国の橋梁史において、鉄道橋では1932年(昭和7)に竣功した総武線隅田川橋梁、道路橋では1933年(昭和8)に竣功した尾張大橋が、最初のランガー桁であるとされている²⁾。しかし、1)が、事実であるとするれば、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。

- 3) ランガー桁のアーチリブは、軸力部材として格点位置で折り曲げた直線形状で設計、製作されることが一般的である。しかし、ここで紹介した橋はアーチリブが円曲線を成しており、端部にヒンジを有するなど他に類を見ないユニークな構造を有している。少なくとも筆者らが調査した範囲では、このような構造を持つアーチ橋は、海幸橋と白妙橋の二橋のみであり他に存在しない。
- 4) 現在、築地川東支川および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。
- 5) 海幸橋は橋梁本体の構造以外にも、橋梁中心に対して点对称に配置されたアムステルダム派デザインの親柱を持つなど、意匠的にも特徴をもった貴重な橋梁である。

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、海幸橋も近い将来、撤去が予定されている。

6. 謝辞

本報作成に当たり、日本大学 伊東 孝氏、東京都立大学 中村一史氏には海幸橋の貴重な図面の提供を頂きました。また、(株)東京鐵骨橋梁 藤井郁夫氏には白妙橋に関する資料の提供や貴重な御助言を頂きました。改めて感謝の意を表します。

最後に、本研究、調査は、「鋼橋技術研究会(鋼橋の技術史研究部会、部会長 小西純一)」の活動として行ったものであることを付記する。

参考文献

- 1)土木学会歴史的鋼橋調査小委員会：『歴史的鋼橋集覧』、第一集下巻,pp.371～372,400～401,502～503,1996.
- 2)藤井郁夫：『橋梁史年表』,(財)海洋架橋調査会,pp.713,855,886,1992,9.
- 3)東京市役所：『東京市中央卸売市場築地本場・建築図集』,pp.81～85,1935,1
- 4)石川 悌二：『東京の橋』,新人物往来社,pp183～184,1977,6.
- 5)中央区立京橋図書館：「郷土室だより」付録地図(旧京橋区の部),1995,11
- 6)復興局土木部橋梁課：『橋梁設計図集-第5輯』,シビル社,pp.28～38,1930,5.
- 7)中央区教育委員会：『中央区の橋・橋詰広場』,pp.39～40,276～277,1998,3.
- 8)伊東 孝：『東京の橋』,鹿島出版会,pp.126～127,164,1986,9.
- 9)東京都公文書館蔵：昭和 11 年土木橋梁 冊 26(319-C1-2)
- 10)江東区教育委員会：『おはなし江東区』,1997,9.