

東日本における木造方杖橋の構造形態について*

A Study of Wooden Strutted Beam Bridges in the East of Japan

安達 寛**、本江 裕之***、金森 範孝****、北浦 勝*****

By Makoto ADACHI, Hiroyuki MOTOE, Noritaka KANAMORI, and Masaru KITAURA

要旨

戦前までは、特別に重要な箇所を除き橋と云えば木造橋が殆どであった。木造橋の主流は桁橋であるが、溪が深いところや舟運で径間を大きくとらなければならないところには、木造方杖形式が採られた。特に木材の豊富なわが国においては、いろいろな形の方杖形式が生まれた。

戦前の写真をもとに東日本（北海道・東北・関東地方）の木造方杖橋について、土木史的視点よりその構造形態について述べる。

1. はじめに

わが国の橋梁は古くから木造橋で、しかも単純桁の形で発達してきた。その簡素な形式はわが国の風土によく調和し、独特の橋の美しさを見せてきた。

また江戸後期の浮世絵師・広重(1797~1858)の「東海道五十三次」や「名所江戸百景」に、北斎(1760~1849)の「東都名所一覧」や「諸国名橋奇覧」などの錦絵や浮世絵に、多くの橋が描かれてきた。

しかし、これらの絵に描かれた橋は、峻しい山岳地の吊橋を除き、殆どが木造単純桁であり、明治以降に見られるトラスや方杖はない。架橋材料として多くの木材が使用されたことは、わが国が豊富な木材資源を有していたことから当然なことであった。

明治維新以降のわが国の橋梁は欧米文化の影響を受け、鉄橋・鋼橋や鉄筋コンクリート橋の近代的な永久橋が出現した。人々の注目は永久橋に注がれたが、これらはごく一部であり、橋梁工事の殆どは未だ木造であった。木造橋は構造様式により図-1のように分類される。

明治の初め鉄やコンクリートによる新しい工法以外に、洋式木橋、いわゆる木造トラスが出現した。これは外国からの土木技術導入の影響によるものであった。従来、木材の豊富なわが国の現状から、当時は鉄材が高価であること、しかもこれまでの単純桁に比べて、長径間のものが架設できることから、一時的であるが木造トラスが全国的に普及した。トラス構造がわが国に導入された時期と同じく方杖構造の考え方と計算方法も生まれた。

方杖橋は単純桁の下側に、斜めに配置した方杖（支

材ともいう）で桁を支持する構造であり、その方杖によって支間を大きくできた。主として溪が深いところや、舟運で径間を大きくとるところで用いられ、一見アーチの形状を呈するものもあった。木造方杖橋は明治・大正・昭和にかけてかなり長く用いられてきたが、耐久性と耐荷力に弱く、昭和30年頃から、日本経済の飛躍に伴う道路整備の進展による橋の永久化で、木造方杖橋は姿を消した。

ここでは日本独特の木造方杖橋について明治以降の写真をもとにその構造形式について述べる。^{1)~4)}

2. 木造方杖橋の構造形式

前に述べたが、木桁橋において径間を増大するために主桁の下方に方杖を配置して、補強支持する形が方杖橋である。方杖は振動しやすく、その計算も単純桁に比べると複雑であり、木橋として妥当な形とは云えないが、溪が深く橋脚の建設が困難であるときなどによく用いられた。

主桁は斜めの方杖によって、1点または2点で支持される。2点で支持されるのが一般的であり、主桁中央部の下に副桁（添桁ともいう）が設けられる。方杖は図-2に示すように分類される。^{1), 2)}

(1) 方杖橋形式

I aは両方の方杖が主桁のほぼ中央の1点で合する形である。この場合方杖と主桁の結合法が難しく、東日本ではこの方杖形式は見当たらない。

I bは一般的な方杖で、主桁は2点で支持され、中央部では主桁の下に副桁が配置される。方杖の支持す

* Keywords : 橋梁史、木造方杖、明治~昭和期

** 正会員 博(工) 金沢大学工学部(非常勤)、真柄建設(株)

〒920-8667 金沢市立野2-40-20 金沢大学工学部土木建設工学科 北浦研究室内

*** 正会員 (株)クエストエンジニア

**** 真柄建設(株)

***** フェロー会員 工博 金沢大学教授 工学部土木建設工学科

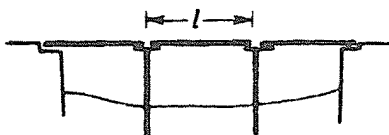
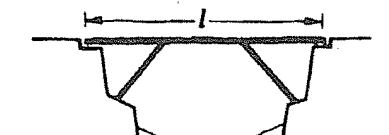
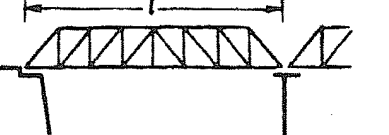
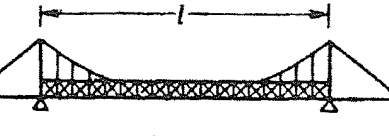
種類	構造様式
単桁	
方杖	
トラス	
吊橋	

図-1 木造橋の分類 ¹⁾

る位置、すなわち主桁のみの区間aと副桁のある中央方杖区間bとの割合、 $a : b : a$ は3 : 4 : 3ないし7 : 8 : 7あるいは1 : 1 : 1が妥当であるといわれている。参考に載せた写真からその割合を調べてみると、大体そのようである。方杖が長くなると、中間支材を取り付ける必要がでてくる。

I cは方杖が複数ある場合で、主桁下の方杖に再びそれより小さい方杖が取りつき複方杖とも呼ばれる。この場合複方杖共通の中間支材が設けられるのが一般的である。複方杖は構造複雑で、かつ応力の作用状態が不明であることから、I bに比べて実施例は少ない。

以上方杖構造について述べたが、これらの方杖形式を単純桁やトラス構造に比べてみると、

優れている点、

- ①径間を大きくできる、
- ②全体として剛性な形となる、
- ③トラスに比べて排水が良い、

劣る点、

- ①橋下の有効空間が小さい、
- ②方杖脚部に生じる水平力が大きいため、橋脚・橋台を堅固にする必要がある、
- ③木材の材料費が増える、

となる。 ^{1), 2), 5) ~ 12)}

なお方杖橋の計算方法は省略するが、参考文献は、13)~17)である。

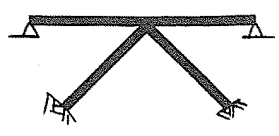
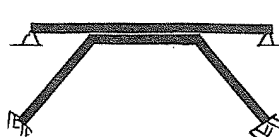
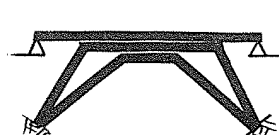
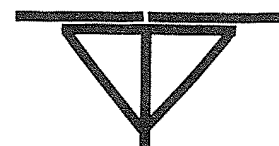
区分	形式	東日本の実例
I 方杖橋	I a 	なし
	I b 	月見橋(岩手) 両国橋(東京) 廊下橋(福島) 大谷川橋(宮城) 赤川橋(福島) 弁天橋(群馬) 千歳橋(神奈川) 塩湧橋(栃木) 中西橋(神奈川)
	I c 	塩湧橋(栃木) 紅葉橋(栃木) 夜後橋(群馬) 千登世橋(群馬)
II 橋脚部 の方杖		竹浦橋(北海道) 丸子橋(秋田) 日本橋(東京) 敷島橋(東京)

図-2 木造方杖橋の分類

(2) 橋脚部の方杖補強

通常木造桁の主桁継手は橋脚上で行われる。主桁と枕梁の間に台持木(肘木ともいう)を使用する(図-2参照)。台持木は主桁の支承を安全にするばかりでなく、主桁の有効支間を減少する利点もある。台持木の下にある橋脚柱との間に方杖、いわゆる斜めの支材を使用すれば、荷重による台持木の回転を防ぐことができ、桁の支持はさらに確固たるものとなる。また径間を大きくすることができる。この場合には、台持木に作用する主桁の反力の一部は台持木それ自身で抵抗するが、大部分は台持木と方杖によってできる三角形トラスの軸方向力によって支えられる。

最も正確に最も簡単に台持木と方杖を配置するには各主桁の下に一本の台持ち木を配置し、これを方杖によって支持すれば良いのであるが、各主桁には必ず一本の橋脚柱が必要となる。もし主桁の数よりも柱の数を少なくしたい場合には主桁に対して直角に横桁を挿入し、その下に台持木と方杖を配置する。^{5), 7) ~ 11)}

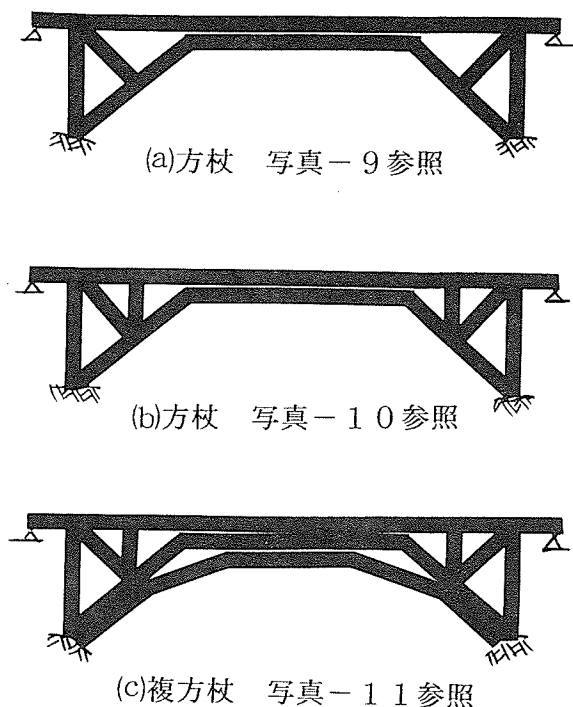


図-3 木造方杖 塩湧橋の移り変り

3. 東日本における方杖形式の実例

写真-1・花巻温泉の月見橋、写真-2・鶴ヶ城址の廊下橋、写真-3・飯坂温泉の赤川橋、写真-4・湯河原温泉の河口の千歳橋、写真-5・湯河原温泉の中西旅館前の橋は、いずれも副桁を有する一般的な方杖橋で、観光地散策の絵になる土木構造物であった。

写真-6・東京の両国橋は江戸四大橋の一つで、隅田川に架けられたなかで最も早い橋である。長さ90間2尺、幅6間3尺と記録にある。写真-7・鳴子峡の大谷川橋は、橋脚が高く、シンメトリーの線が美しく、木造と思えない。写真-8は川原湯温泉の吾妻川渓谷に架かる弁天橋であり厳しい渓谷に架かるものはこの方杖形式だけであった。

写真-9~11は塩原温泉の箒川に架かる塩湧橋で、年代は不明であるが、方杖形状の変遷が分かる。自動車交通の増加によって複方杖になったものと思われる(図-3参照)。写真-12・塩原温泉の紅葉橋、写真-13・奥利根の夜後橋はいずれも複方杖で、方杖の長さによって中間支材の配置が異なる。

写真-14・利根川上流の片品川の渓谷に架かる千登世橋は木造橋の傑作といわれるほどの素晴らしい複方杖で、揺れを防ぐ支材は垂直に設けてあり、英国の優れた木工技術者ブルネルが担当したGoverの木製高架橋に似ている(写真-15参照)。

写真-16・竹浦橋、写真-17・丸子橋、写真-18・日本橋、写真-19・敷島橋はいずれも橋脚台持木を方杖で補強したものである。日本橋の方杖には中間支材があり、東海道起点となる重要な橋であるため堅固にできていた様子が分かる。

本文中の写真は、文献名のつくもの以外は絵葉書を用いた。また橋に関する説明においては18)~20)の文献を参考にした。

4. おわりに

明治以降から架け始められた木造方杖橋は、その力学的な美しさが川や溪の近くの景観に映え、これまでの単純桁だけの木橋の概念を変えた。

この木造方杖橋は戦後まで続くが、昭和30年頃からの道路整備の進展、そして永久橋化で木橋は姿を消した。しかし近年木構造が見直され、数は少ないが再現しつつある。この報告が方杖形式の現代的活用の参考になれば幸いである。

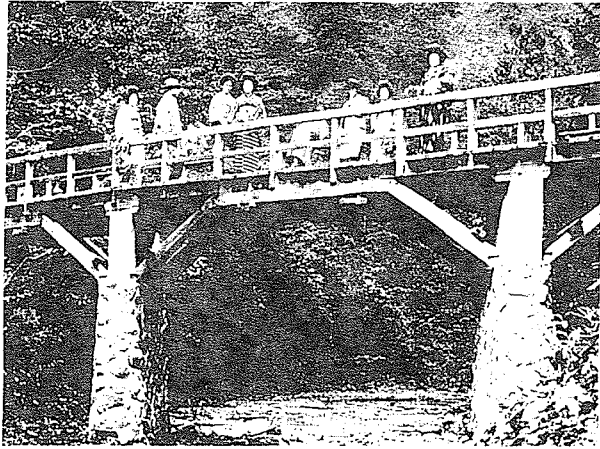


写真-1 月見橋

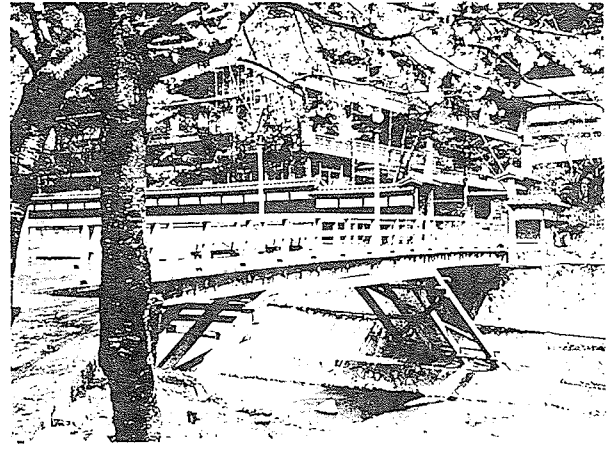


写真-5 中西旅館前の橋

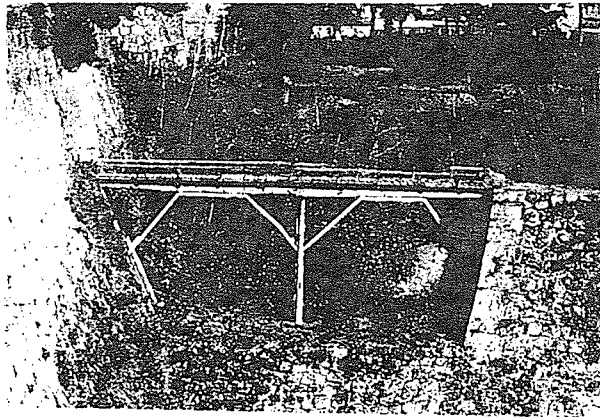


写真-2 廊下橋

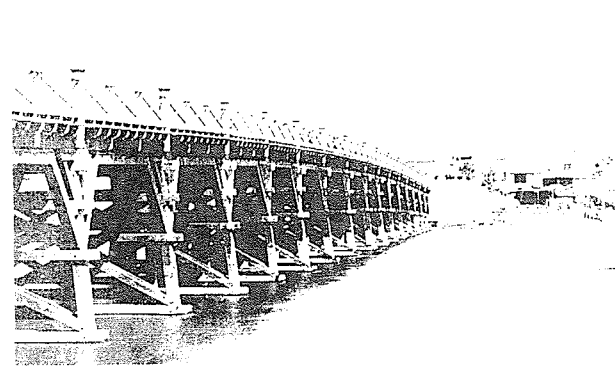


写真-6 両国橋²⁾

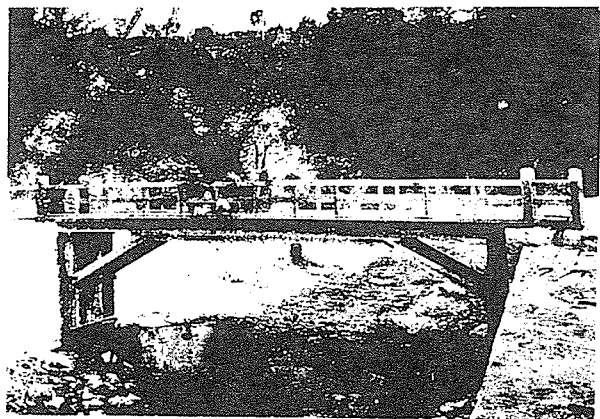


写真-3 赤川橋

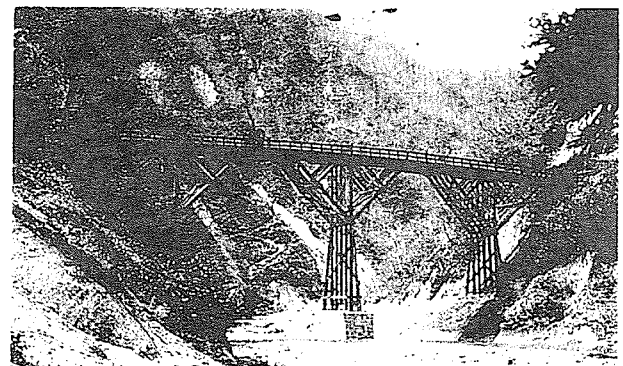
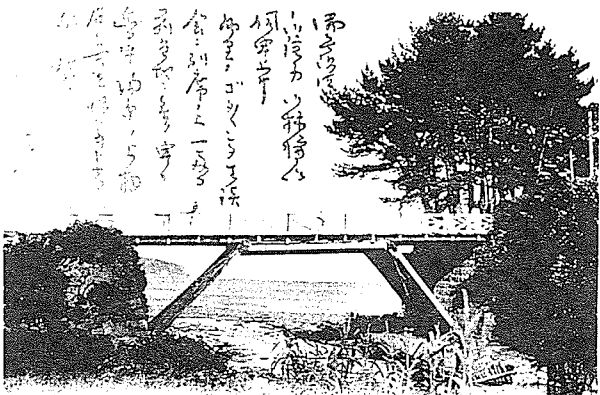


写真-7 大谷川橋



View of Mogawa at Sagami (昭和21年撮影) 撮影 川口 忠雄氏提供

写真-4 千歳橋

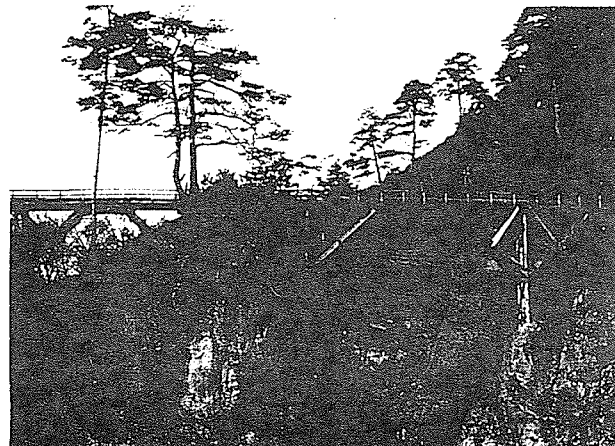


写真-8 弁天橋

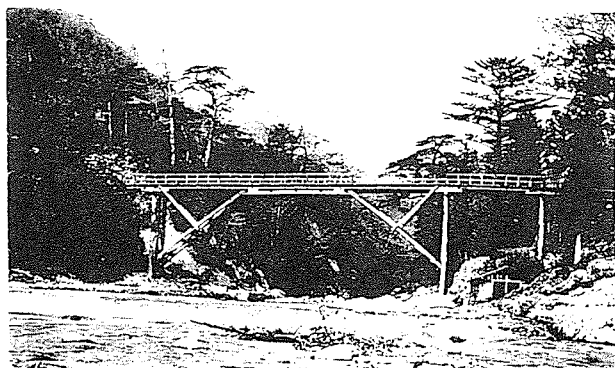


写真-9 塩湧橋

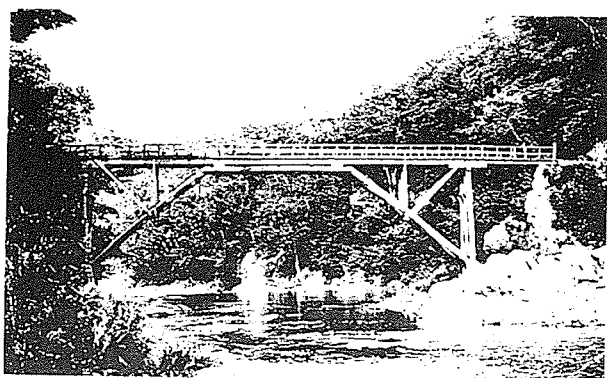


写真-10 塩湧橋

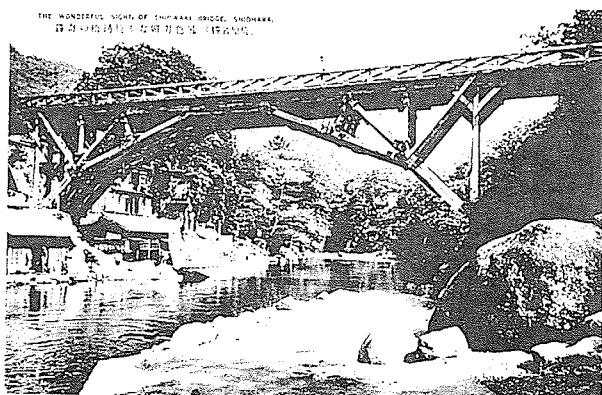


写真-11 塩湧橋

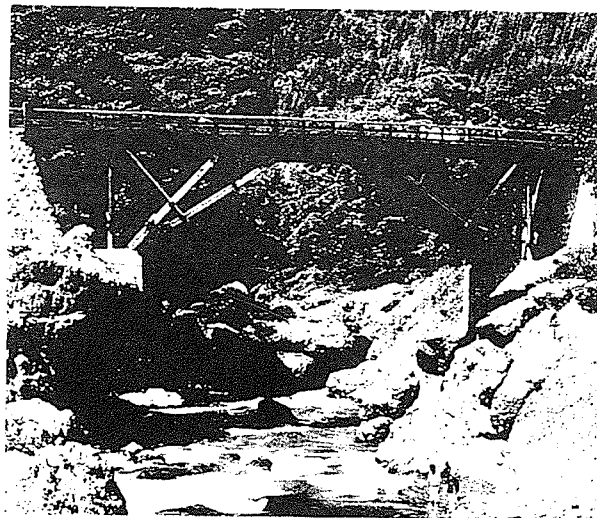


写真-13 夜後橋

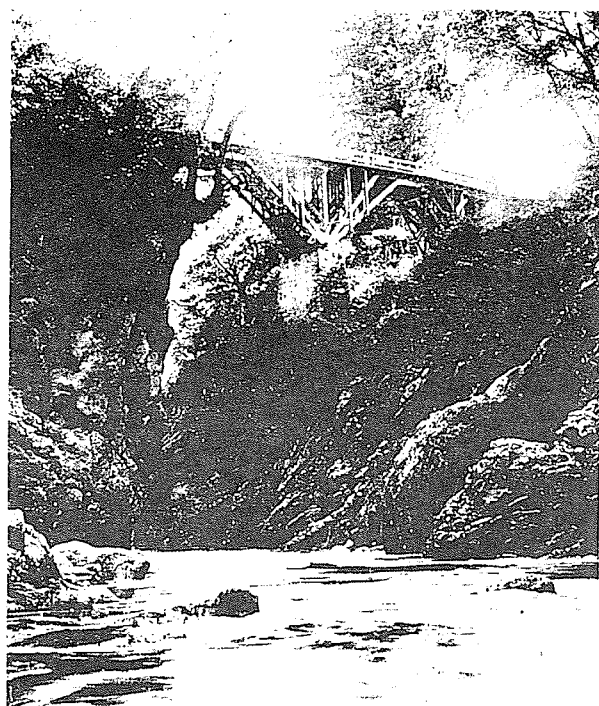


写真-14 千登世橋

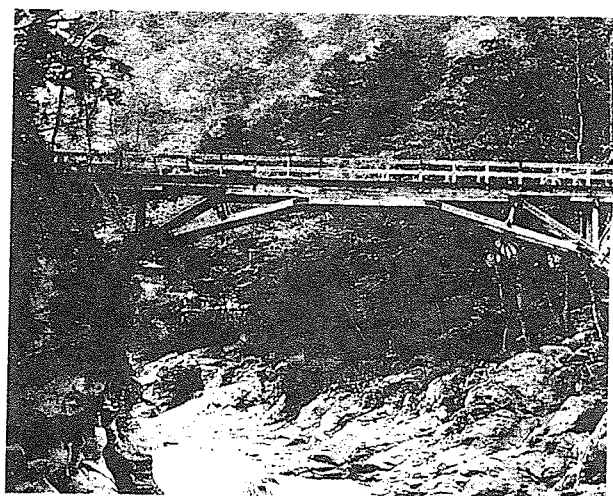


写真-12 紅葉橋

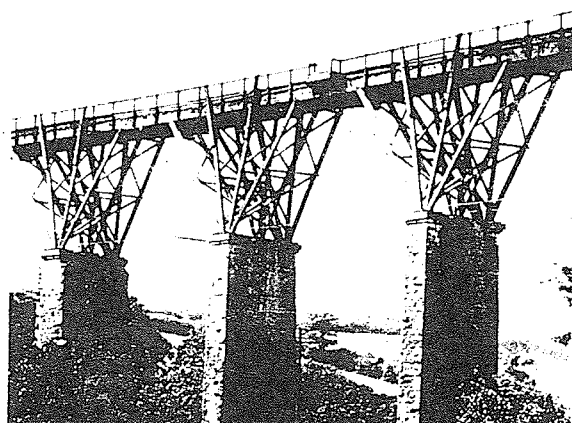


写真-15 英国Gover、
ブルネルの木製高架橋²²⁾

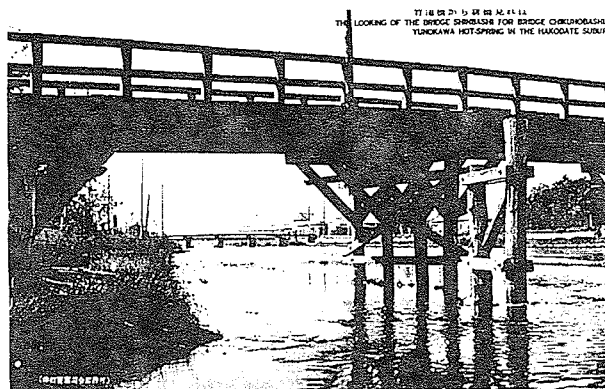


写真-16 竹浦橋

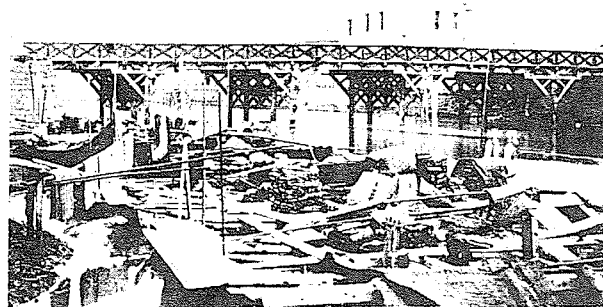


写真-18 日本橋²¹⁾

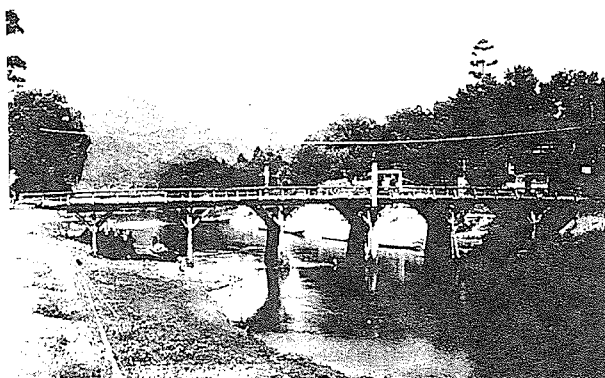


写真-17 丸子橋

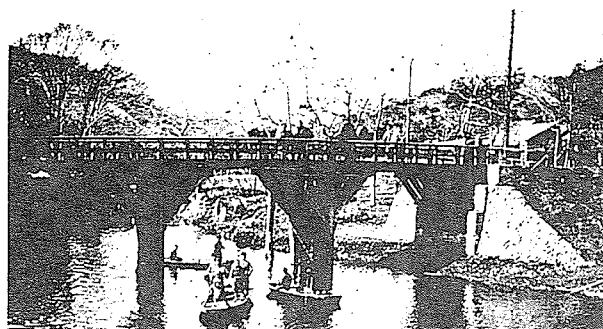


写真-19 敷島橋

参考文献

- 1) 土木学会編：『土木工学ハンドブック』、技報堂、pp.1096~1100、1954年。
- 2) 土木学会編：『土木工学ハンドブックⅠ』、技報堂出版、pp.1093~1095、1989年。
- 3) 日本道路協会編：『日本道路史』、日本道路協会 pp.920~937、1977年。
- 4) 日本橋梁建設協会編：『日本の橋』、朝倉書店、pp.1~18、1994年。
- 5) 佐藤 康平著：『木桁橋の設計』、淀屋書店、方杖pp.121~135、橋脚の方杖pp.75~79、1933年。
- 6) 畑中 健三著：『木橋架設法』、理工図書、方杖pp.74~75、1948年。
- 7) 福田 武雄著：『木構造学』、技報堂、方杖pp.176~182、橋脚の方杖pp.157~158、1953年。
- 8) 山内 寛一訳：『メラン橋梁工学木橋篇』、工元社、方杖pp.171~181、橋脚の方杖pp.148~151、1942年。
- 9) 田口 文雄著：『土木設計実例撰集 木橋編』、土木工業社、197~201、1943年。
- 10) 小林 広二著：『木桁道路橋設計図集』、鉄道図書局、第1~14号図、1941年。
- 11) 井上福一郎著：『土木叢書実用木橋編』、建築書院、方杖形式pp.14~16、1913年。
- 12) 宮本裕、小林英信訳：『橋の文化史』、鹿島出版会、pp.257~258、1991年。
- 13) 東福寺正雄著：『方杖ヲ有スル橋桁ノ計算法ニ就イテ』、土木学会、土木学会誌第1巻第2号、pp.564~576、1915年。
- 14) 草間偉瑳武著：『方杖ヲ有スル橋桁ノ計算法ニ就イテ』、土木学会、土木学会誌第1巻第4号、pp.1331~1349、1915年。
- 15) 東福寺正雄著：『方杖ヲ有スル橋桁ノ計算法ニ就イテ』、土木学会誌第2巻第1号、pp.189~191、1916年。
- 16) 竹内 亨一著：『橋梁編』、pp.60~64、発行所と発行年不明
- 17) 仲野 雄介著：『土木工事設計資料説明之巻』、仲野雄介発行、pp.106~115、1913年。
- 18) 土木図書館編：『絵葉書に見る日本の橋』、柘植書房、1992年。
- 19) 土木学会 藤井肇男編：『絵葉書コレクション目録』、橋の部pp.1~32、2000年。
- 20) 藤井郁夫編著：『橋梁史年表』、海洋架橋調査会、1992年。
- 21) 玉井 哲雄編：『よみがえる明治の東京』、角川書店、日本橋pp.94、廻り橋pp.249、1992年。
- 22) 加藤 久人、綿引 透訳：『世界の橋』、丸善、p.66、2001年。