

明治時代に製作された鉄道トラス橋の歴史と現状（第6報）

— 国内設計術 —

信州大学工学部 正会員 小西純一
首都圏新都市鉄道（株） 正会員 西野保行
日石テクノロジー（株） 淵上龍雄

要 旨

明治期に設計・製作されたトラス術の歴史と現状を述べてきたこのシリーズの最終回として、日本人の手になるトラス術について述べる。トラス術の設計・製作は長らく外国人技術者の手によって行われてきた。標準術が制定されていたこともあって、1909年以前は、日本人が設計したものはごく少ない。1880年代のものとしては、平井晴二郎による北海道入船町陸橋と原口要による官設鉄道の上路トラスがある。関西鉄道では1895-7年に白石直治、那波光雄の二人が英国流のトラス術を設計した。官設鉄道では杉文三設計の日川橋梁の上路トラス（1903年）があるのみで、あとは1910年以降の100ft クラスのものが数例あるくらいである。鉄道院が発足すると既存幹線の橋術更新が急務となり、橋梁設計を専門とする部署が設けられ、新示方書による統一あるトラス術の設計が精力的に行われるようになり、その後の発展につながって行く。明治末に相次いで電気鉄道が開業するが、電車荷重で設計した軽快な国産のトラス橋梁が各地に見られるようになる。

[構造物、橋梁、鉄道、明治]

1. はじめに

これまで5回にわたって、明治期のわが国における鉄道用トラス術の歴史とその現状について、技術系統別に述べてきた。今回はシリーズの最終回として、日本人設計のトラス術について調べることとする。また、設計者不明その他の理由でこれまでに取り上げなかった術についても述べる。

2. 日本人による鉄道橋術設計の初め

2.1 最初の鉄橋

わが国における鉄の橋は外国人の設計によって始まっている。

わが国最初の鉄橋は長崎のくろがね橋とされている。出島蘭館の技師フォーゲルが設計し、長崎製鉄所が製作して1868年に完成したプレートガーダーである。ついで、1869年には横浜にわが国最初のトラス鉄術となる吉田橋が英国人燈台建築技師ブラントンの設計で完成した。英国からの輸入品である。3番目は1870年完成の大阪・高麗橋で、英国の設計製作になるものである¹⁾。一方、鉄道橋では1874年開通の大阪・神戸間に架設された、下十三川、水戸川、下神崎川、武庫川各橋梁計39

連が最初であり、これも英国人の設計・施工によっている。術は英国製である²⁾。

2.2 日本人設計の最初の鉄橋

1879年開通の京都・大谷間にある鴨川橋梁の径間50ft, 8連のプレートガーダーの設計が、技手三村周の手によって行われた。これが日本人設計の最初の鉄橋と言われている⁴⁾。三村周は大阪駅に設けられていた工技生養成所出身の逸材で、後に、日本人として初めて機械保安設備と分岐器を設計し、現日本信号株式会社の前身三村製作所を創業した人である⁵⁾。

道路橋では1882年架設の高橋が日本人設計の最初の道路鉄橋と推定されている。設計者は原口要である¹⁾。彼は大学南校・開成学校で工学を修め、1875年にアメリカのトロイ大学に留学、首席で卒業した後、ペンシルバニア鉄道の技師となった。1880年帰国後、東京府技師長、1882年鉄道庁工部技長に任ぜられ、1893年鉄道技監となった人である⁶⁾。

3. 日本人設計の初期のトラス術

わが国鉄道の揺籃期には、外国人技師の指導の

下に、鉄道建設が進められ、車両、レール、鉄橋などの資材も大半を輸入してきた。日本人技術者が育ってくるにつれて、各分野の仕事は次第に日本人の手で進められるようになる。しかし、橋桁は基本的には19世紀の終りまで外国人の設計による標準桁を使用してきた。官設鉄道のトラス桁を例にとると、1885-1898年はパウナルによる100ftと200ftが、1899-1912年はクーパーによる100ft-300ft 上路、下路が標準桁であり、多くの橋梁に架設された。鉄道橋は早くから標準化が進んでいて、できる限り既存の標準桁を組み合わせて径間構成を行う方針をとってきたので、桁を新たに設計する機会はごく少なかったのである。

1880年代にはつぎの2例しかない。

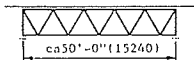


図1 入船町陸橋スケルトン想像図

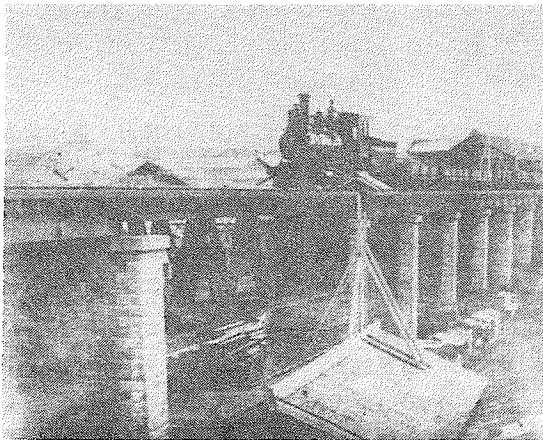


写真1 入船町陸橋 1897年 8)所載

3.1 幌内鉄道 入船町陸橋(1880年代)

この陸橋は最初木造のトレスルであったが、後に煉瓦造りの橋台・橋脚、上路トラスとプレートガーダーの橋に改築された。久保田によると、平井晴二郎の設計になるもので、日本人が設計した最初の鉄道トラス桁である²⁾。明治27年 7月31日現在の「全国各鉄道橋梁及隧道明細表」(鉄道局)⁷⁾によれば、入船町陸橋は手宮起点1M53Cにあり、全長 271ft、径間 27ft3in×6、26ft9in×1(プレートガーダー)、径間50ft×1(トラス)の橋梁である。数少ない、あまり鮮明とは言えない写真(写真1⁸⁾)から判断すると、トラス桁の

形式は垂直材のないワーレントラスで(図1)、主構中心間距離はプレートガーダーと同程度であり、上弦材の上に直接枕木を置いている。架設時期と、その後この陸橋が築堤になって消滅した時期は今のところ不明である。

3.2 官設鉄道 上碓氷川橋梁(1887)、第4・第5相沢川橋梁(1889, 1893)

久保田はこの桁について次のように述べている。「ば一なるガ 200呎構桁ヲ設計セル翌年即チ明治18年技師原口要徑間 105呎上路桁ヲ設計セリ、是即チ後ニ箱根相沢川第四、同第五及碓氷川ニ架設セラレタル橋桁ノ基ヲナスモノニシテ、桁長 110呎、高サ13呎 3吋、構ノ中心距離 9呎ニシテ上弦材上ニ直接枕木ヲ置クノ設計ナリ、弦材ニハ溝形鉄ヲ用ヒ、腹材ヲぶらっと型二組ミテ弦材ニ釘綴シタルモノト、鈔ヲ以テ弦材ニ連結シタルモノト 2種アリ、橋端ニ輾子ヲ備フ、即チ従来ノ英国型設計ト全然趣ヲ異ニセル米国型ヲ採用セリ」²⁾。これによれば、原口要が1885年に設計したのはこれらのトラスの原形であって、実際に製作されたものとは必ずしも同じではない、ということである。同一スケルトンで、ピン結合のものとりベット結合のもの2種類があるのも、そのあたりを反映しているであろう。上碓氷川橋梁 1連(1887)がピン結合、第4・第5相沢川橋梁 3連(1889, 1893)がリベット結合である。

上に引用した記述には疑問点が2つある。1つは、上弦材上に直接枕木を置く構造であったという点である。本桁の主構中心間距離は 9ft(2.743m)あるから、枕木はかなり太く長いものとなり現実的ではない。

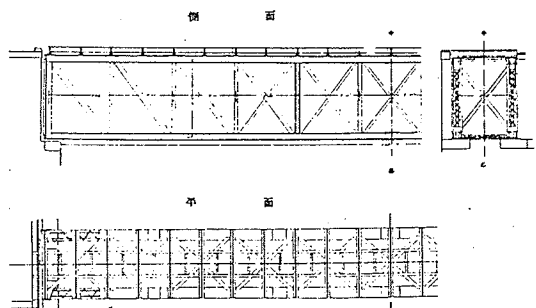


図2 第5相沢川橋梁トラス桁図面 2)所載

第十四回 百呎上路橋桁

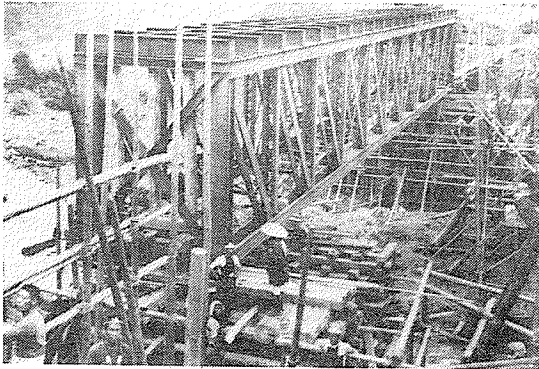


写真2 第5相沢川橋梁トラス桁水害復旧作業, 1914年10)所載(土木図書館所蔵)

原設計はともあれ、実際に架設された桁には立派な床組が備わっていることは、図2(文献2)第14図)、第5相沢川橋梁の大正3年8月水害時の写真2¹⁰⁾、上碓氷川橋梁を転用した小山沢橋梁の写真¹¹⁾から明らかである。

横桁は小山沢橋梁では各格点上弦材の上に載っているが、第5相沢川橋梁では各格点と格点間中央で上弦材の上に載っている。縦桁はレール直下の位置にあり、横桁の腹板に接合されている。

もう1つは、「橋端ニ輻子ヲ備フ」つまり、支承は平面支承ではなく、可動端はローラーを備えているという点である。第5相沢川橋梁の大正3年8月水害時の写真¹⁰⁾から読み取れるのは平面支承であって、ローラー支承ではないようである。

したがって、久保田が「…従来ノ英国型設計ト全然趣ヲ異ニセル米國型ヲ採用セリ…」と断ずる理由は現実の桁に関する限りは消滅する。しかし、上碓氷川橋梁の斜材のアイバーとループロッド・スリーブナットは米國型のものであって、米國の流儀が見え隠れしている¹²⁾。

設計に用いた活荷重は、1800形機関車重連(36.8ton×2)、衝撃荷重は計算しないが、許容応力を低く押さえることにより、衝撃に対する余裕を十分にとってある²⁾。

上碓氷川橋梁の桁は1887年架設、1910年撤去、同年、水害で桁が必要になった小山沢橋梁に転用された。その際、格点にガセットプレート当て、斜材を追加し(追加部材はりベット結合)、上弦材のカバープレートを追加するなどの補強を施して、活荷重E33に耐えるものとした。1953年まで

使用された¹²⁾。

リベット結合の第4相沢川橋梁1連(1889年架設)は恐らく複線化時点の1901年頃撤去され、プレートガーダーに変わった。撤去桁は1912年に新橋工場で改造されて、磐越西線長谷川橋梁に転用された¹³⁾。第5相沢川橋梁の2連(1889, 1893年架設)は1914年8月の2度にわたる水害で橋台が転倒し、墜落などの被害を受け、撤去された。

4. 日本人設計の私設鉄道のトラス桁

1895年頃から建設が始まった私鉄では、独自の橋梁を架設するところが出てきた。日本、関西、参宮、大阪、阪鶴、紀和、京都、南海、南予などの各鉄道である。これらのうち阪鶴、紀和両鉄道は、南清の作成した詳細な示方書を提示して、入札を行い、米國の製作所が設計・製作を受注した¹⁴⁾¹⁵⁾。京都鉄道も同様であろう。クーパーに設計検閲を依頼している。南海鉄道は紀和鉄道と同じ桁を購入している。日本鉄道も阿武隈川他の橋梁を入札に付し、英国のハンディサイド社が受注した。参宮鉄道宮川橋梁はわが国では他に例のない独特のものであり、一方、大阪鉄道澁川橋梁は、官鉄のダブルワーレントラスに準じたものであるが、設計・製作の経緯は不明である。

日本人が設計した桁を架設したことが分かっているのは関西鉄道である。関西鉄道は帝国大学とレンセラー工科大学卒業の工学博士白石直治が社長で、帝国大学を卒業したばかりの那波光雄を擁していた。同社は1895年開通の木曾川、揖斐川橋梁に、官鉄のダブルワーレントラス計28連のほか、白石、那波設計の120ftプラットトラス計2連を架設した。また、1897年開通の木津川橋梁も白石、那波が設計し、サー・ベンジャミン・ベイカー(Sir Benjamin Baker)に設計検閲を依頼し、パテントシャフト社に製作させた¹⁶⁾。

これらの橋桁はいずれも官設鉄道の100ft桁と200ft桁に範をとった英国流の設計である。白石が主任技師を務めた近江鉄道の愛知川橋梁にも木津川の94ftを直橋に直したもの1連を架けた。94ft桁のうち、木津川の2連は1930年にランガー状の補強をされて、また、愛知川のは、よく原形を保って現在も使用されている。

以上の桁については、既報¹⁷⁾¹⁸⁾に述べてあるので参照されたい。

南予鉄道の桁については後で述べる。

5. 鉄道院業務調査会議以前の官設鉄道

中央、北陸、奥羽、山陰、磐越西線などの各建設線、東海道線の複線化には、クーパー・シュナイダー設計の標準トラス桁が全面的に使用された。それ以外の桁が使用された例はそう多くない。まとまったものとしては、東海道線の複線化に際して、在来線と径間を揃えるために、パウル設計の英国形の鋼製100ft トラスを使用している。また、磐越西線の橋梁のうち、阿賀野川に架かる3橋梁を未経験のカンチレバー式で架設するため、設計を米国のクロウフォードに委嘱、彼はこれをレオナードに行わせている。

そのほかの、標準に合わない橋梁については、外注によらず、部内の技術者が設計した。その結果、100ft クラスの上路トラスを中心に日本人の設計による桁が散発的に出現している。

5.1 中央本線日川橋梁(1903)

日川橋梁は、笹子トンネル西口と初鹿野駅構内とをつなぐ位置にあり、現在はプレートガーダーが架かっている。開通当初には、上路トラス桁が架かっていたが、開通からわずか4年後の1907年8月の暴風雨災害で流失してしまった。この桁に関する資料はごくわずかである。久保田²⁾によれば、「高サノ関係上くーぱー基本構桁ヲ架スルヲ得ザリシヲ以テ杉文三設計ニ係ル特種上路構桁ヲ用ヒタリ、…」とあり、桁の特徴は「くーぱー設

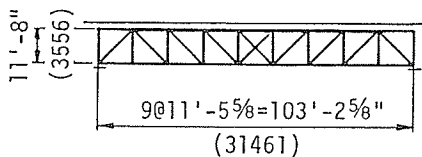


図3 日川橋梁トラス桁スケルトン図

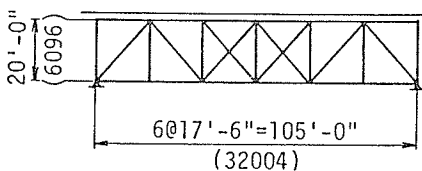


図4 長谷川橋梁トラス桁スケルトン図

計ト異ナル處ハふらっと型錦構桁トシタルニ…」あった。新橋工場製作の記念すべきトラス桁だが、わずか4年の命の不運な桁であった。いま現地を見ると、下り線の橋台にかけてトラス桁が架かっていたことを示す桁座が残っているが、河床すれすれのところにあり、なぜ下路トラスにしなかったのか不思議な感じがする。

スケルトンを図3に示す。桁の全長105ft9in3/4、主構中心間隔9ft、全重量66.587tonである²⁾。

5.2 山陰本線吉尾沢橋梁(1910)

既報¹⁸⁾で述べたが、パウル原設計の奥羽線松川橋梁初代150ft 上路トラス桁を短縮改造したものである。第1格間の斜材を圧縮材に変えたので、印象は一変している。格点の組み方や垂直材のレーシングに原橋の味わいを残している。

5.3 磐越西線長谷川橋梁(1912)

第4相沢川橋梁からの撤去桁を新橋工場で改造したものとされる¹³⁾。スケルトンを比べれば分かるように、改造前後の桁はまったく別のものになっている。しかし、現橋を観察すると、主構部材の各所に余分の板・リベットなどが残っていたり、2本をつないで1本にした部材があり、部材のかなりが再用品であることを示している。元の桁は錬鉄製のはずなので、本桁も再用品部分は錬鉄のはずである。80年を経て現役である(写真3、図4)。

5.4 鹿児島本線新川橋梁(1910)

斜角60°の本格的な斜橋である。各部の構造はクーパーの単線型100ft に準じている。鹿児島本線遠賀川駅のはずれに廃橋として現存している。三菱長崎造船所で製作された¹³⁾(写真4、図5)。

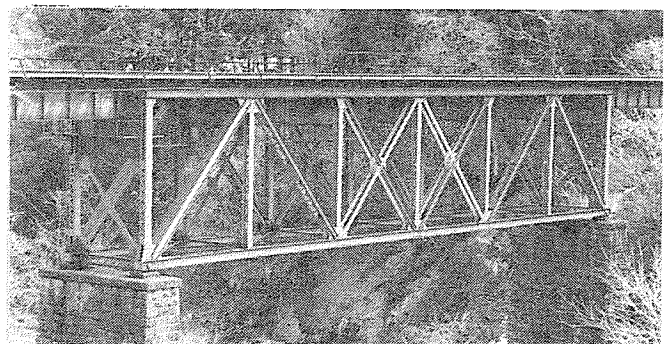


写真3 長谷川橋梁 1984年撮影

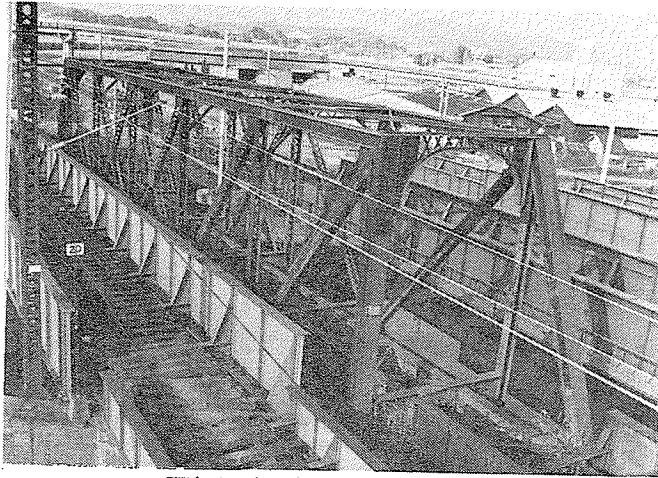


写真4 新川橋梁 1986年撮影

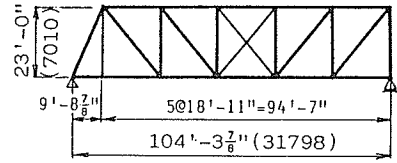


図5 新川橋梁トラス桁スケルトン図

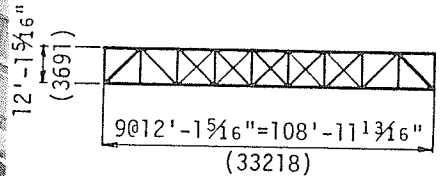


図6 上碓氷川橋梁トラス桁スケルトン図

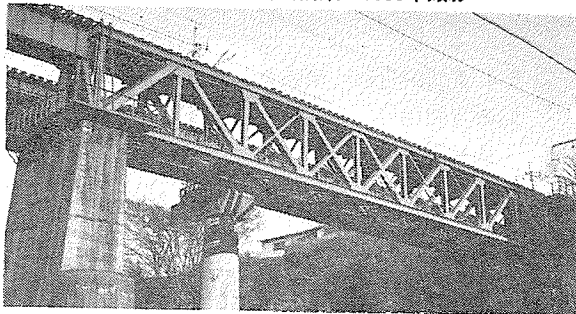


写真5 上碓氷川橋梁 1985年撮影

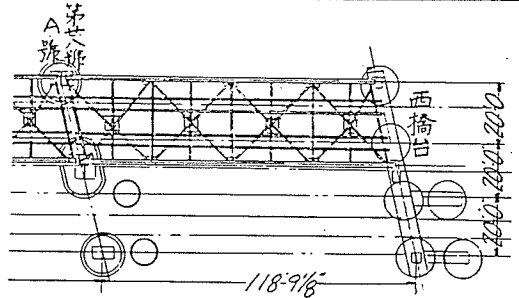
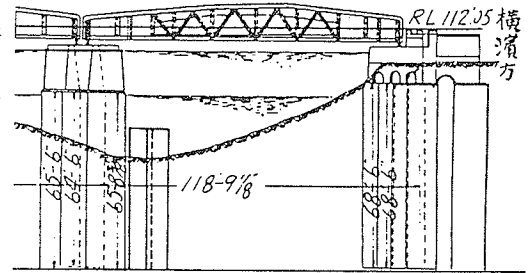


図7 六郷川橋梁図(一部分) 21)所載

は米国製、大河戸は文献²⁰⁾で、全部日本製としており、いずれが正しいのか調査が必要である。

5.5 信越本線上碓氷川橋梁(1910)

3.2 で述べた上路トラスの架け換え用に設計されたもので、径間、主構中心間隔、高さなどは前の桁に合わせてある。上下弦材はH断面、斜材はH断面を有するリベット結合トラスであるが、部材はブラット形に配置され、中央寄りの5格間に対材を入れてある。設計荷重はE35相当。製作は英国の Patent Shaft 社で、1910年製。英国からの輸入トラス桁としては最後のものと思われる(写真5, 図6)。第2報¹⁹⁾では英国系の桁としたが、鉄道院系列のものであると訂正したい。

5.6 東海道本線六郷川橋梁(1913) E43 鋸構桁

桁の中央がトラス、両端がプレートガーダーという合の子の曲弦下路桁である。斜角右75°、支間116ft6in3/4(35.528m)、重量206.5英トン、設計荷重は京浜間ということでクーパーE43とした。太田円三が1910年に設計した³⁾²⁰⁾(図7)。

列車線と電車線に5連ずつ、計10連が架設され、1972年まで使用された。製作については久保田³⁾

5.7 常磐線江戸川橋梁(1911)

クーパーの単線型100ftの第2格間を少し縮めて、全長を100ft以下とし、英国形ポニーワレンの取換えに使用した¹³⁾。汽車製造の製品である。

6. 鉄道院設計の桁

6.1 業務調査会議第9分科会の発足

1906年鉄道国有法が議会で可決され、1906.7年に17私鉄を買収し、1908年12月鉄道院が発足した。

1910年 4月、業務調査会議が設けられ、その第9分科会において専ら橋桁設計を行うことになった。主査は古川晴一で、以後、B〇〇という図面番号が付されたクーパー荷重のトラスが続々と生み出されて行くことになる。鉄道省に引き継がれるまでの組織の変遷はつぎのようである³⁾。

1913.5 業務調査会議廃止。技術部設計において橋桁設計。設計主任古川晴一、大河戸宗治主として実地設計。

1915.6 工務部設計課において橋桁設計。課長那波光雄。

1919.5 総裁官房研究所において橋桁設計。所長那波光雄。

1920.5.15 鉄道院廃止。鉄道省設置。大臣官房研究所となる。所長那波光雄。

6.2 鉄道院のトラス桁の特徴

- 1)活荷重はクーパーE荷重である。E33, E40, E45の3種類で線区によって指定する。このうちE45は1921年廃止されたが、この荷重体系は1929年制定のKS荷重に引き継がれ、今日に至っている。
- 2)明治45年(1912)2月21日公布の鋼鉄道橋設計示方書によっている。この示方書は米國鉄道保線協会制定のものとはほぼ同じで、1928年のメートル法実施に伴う改訂版でも基本的に引き継がれている。
- 3)格点はリベット結合とし、アイバーとピンは使用しない。これはクーパー設計のピン結合トラス桁の使用経験、大河戸の欧州留学成果に基くリベット結合化の進言、アイバー輸入のコスト高などによって、転換が決ったもので、カンチレバー架設の阿賀野川3橋(1913, 4)と、三面川と北上川の300ft 桁(1924, 5)を除いてはすべてリベット結合で設計された。
- 4)初期のものは支承は格点にピンを介して連結され、可動端ではローラーを有する。1916年頃、支承は下弦材の下面に取り付けるよう改められる。
- 5)初期の150ft, 200ft ではピン結合時代のプラット式を踏襲していたが、1916年頃からリベット結合に適したワーレン式に移行する。
- 6)外観は重厚である。高さとの比はクーパーのものと大差ないが、アイバーと集成断面の差であろう。上下弦材にウェブプレートを添加したも

のでは、いやが上にもリベットが目立ち、存在感を強めている。

鉄道院時代のトラス桁の全体像は他日改めて概観することにして、ここでは明治時代に設計・製作された最初の3例のみを見ておこう³⁾¹³⁾。

6.3 常磐線綾瀬川橋梁 支間97ft8in 複線ポニーワーレン、図面番号B1(1910.10), 設計荷重 E33

複線化時に架設したものである。英国形ポニーワーレンの取換えであるので、全長を100ft 以下とした(図8)。鉄道院の図面番号B1を付されているから、鉄道院業務調査会議の第9分科会(主査古川晴一)において設計された第1号のトラス桁であろう。1911年に汽車製造で1連製作された。

6.4 支間97ft8in 単線ポニーワーレントラス、図面番号B2(1910.11), 設計荷重 E45

東海道線の英国形ポニーワーレントラスの取り替え用に設計されたものである。垂直材を持つポニーワーレントラスで、全長を100ft 以下に抑えてある(図9, 写真6)。全部で59連製作された。長良川、桂川、上神崎川各橋梁(複線)に計

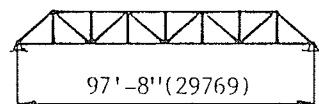


図8 E33複線ポニーワーレントラス

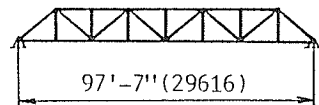


図9 E45ポニーワーレントラス



写真6 上神崎川橋梁 E45ポニーワーレントラス 1912 American Bridge 製作 1991年撮影 (JR西日本)

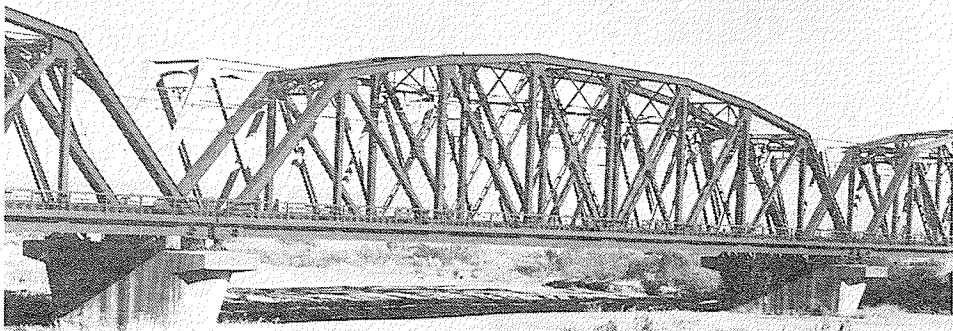


写真7 天竜川橋梁下り線 E45プラットトラス 1912 American Bridge 製作 1985年撮影

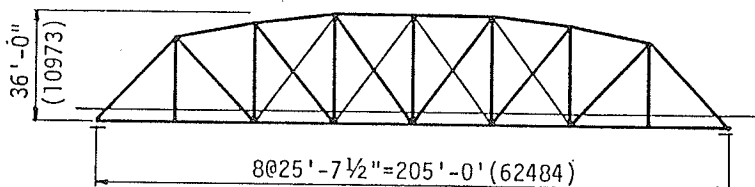


図10 鉄道院 E45 205ftプラットトラススケルトン図

36連が使用中である。アメリカンブリッジと汽車製造で1911-16年製作。これとほとんど同じだが、斜角付きのものが茨木川橋梁に計2連使用中である(図面番号B3)。

6.5 支間205ft0in単線プラットトラス、図面番号B4(1912.5)、設計荷重 E45

東海道線のダブルワーレントラスの取り替え用に設計されたものである。重量は約238英トン、設計者は中村謙一²⁰⁾。中央の4格間に対材を有する(図10)。富士川、大井川、天竜川、長良川の各橋梁に計68連架設された。天竜川の第1線の桁のみアメリカンブリッジ製で、修理されて現在は下り線で現用(写真7)。他は国産である。天竜川の1連が御殿場線第3酒匂川に転用された。現在46連が現用である。鉄道院シリーズ初期を代表する重厚なトラス桁である。

7. 電気鉄道架設のトラス桁

明治末になると、東京、大阪、名古屋の都市圏や伊勢に相次いで電気鉄道が開業した。電車荷重による設計なので、当然のことながら鉄道院のものに比べると軽快である。調査不足で詳細は分からないが、以下に紹介する。

7.1 阪神電気鉄道淀川橋梁。径間100ftクラスの複線プラットトラス22連からなる橋梁であった。南清の主宰する鉄道工務所が設計し、東京石川島造船所が英国からの輸入材を使って製作した。1905年開通。1967年撤去²¹⁾。

7.2 伊勢電気鉄道汐合川橋梁。単線プラットトラス4連、写真8²²⁾。

1903年8月開業だが、汐合川橋梁が鉄橋になったのは1910年のことである。桁の詳細は不明だが、1910年横河橋梁製作所で製作された(150トン)。1961年1月鉄道が廃止となり現存しない。



写真8 伊勢電気鉄道汐合川橋梁、小栗彰夫所蔵絵葉書

7.3 京阪電気鉄道宇治川橋梁、木津川橋梁。いずれも複線プラットラスで計16連。径間28.2m と 37.8m の2種類がある。1910年に開通（写真9 23）。1927-29年車両大型化で耐荷力が不足するために撤去。撤去後の桁は大阪府の枚方大橋（15連）^{28）}と鷺内橋（1連）に転用された。枚方大橋1967年廃止、鷺内橋1990年撤去。このほかに東海道線（現奈良線）跨線線路橋1連があった。

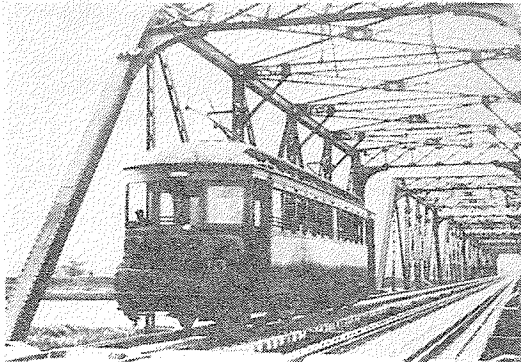


写真9 京阪電気鉄道木津川橋梁、23) 所載

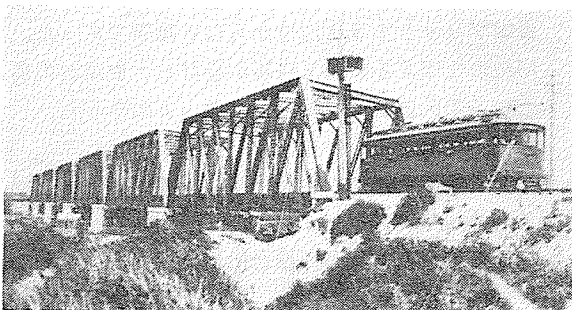


写真10 京浜電気鉄道六郷川橋梁、24) 所載

7.4 京浜電気鉄道六郷川橋梁。径間30.930mの複線プラットラス6連が架かっていた。1911年に開通し、60年後の1972年3月に廃止された。川崎造船所の製作である。8格間で平行する国鉄の橋と同様、斜角付きである（写真10^{24）}）。

7.5 名古屋電気鉄道庄内川橋梁。複線プラットラス4連。径間100ftクラス、6格間で、京阪のものによく似ている。1912年3月に開通し、1958年3月に廃止された。長らく通過速度を20キロに制限しており、車両大型化と高速化の障害になっていた（写真11^{25）}）。

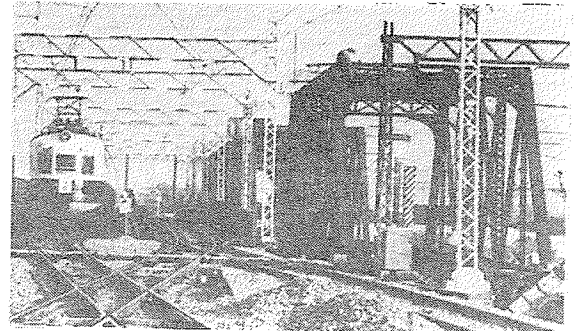


写真11 名古屋鉄道庄内川橋梁、切り替え直後1958年、25) 所載

8. その他のトラス桁

8.1 横浜税関海陸連絡新港橋梁 ^{しんこうと} 1912浦賀船渠大蔵省臨時建築部設計²⁶⁾

支間100ft0in, 6格間の単線リベット結合ポニーワーレントラスで、各格間を2分割して12小格間として垂直材を配置し横桁を取り付けている。主構中心間隔は15ft6in, 主構中央の高さは10ft7in/4, 下弦材中軸線各大分格点の軌跡は半径1667.5ftの円弧をなし、桁中央において、その両端より9in高くなっている（上弦材は直線）。横桁間に間隔5ftで縦桁が配置され、また、対風構を備えている。重量は約68tonである。

設計活荷重は、クーパーE28(K12.7)相当である。官設鉄道などのトラス桁と比べると桁下の高さを確保するために大きな反りが入れている点が珍しい。設計者と製作所も鉄道橋では珍しい部類に属する（写真12）。

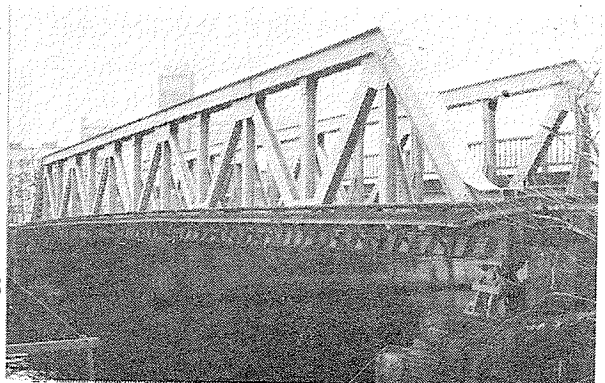


写真12 新港橋梁、橋台も開通当時のもの、1986年撮影

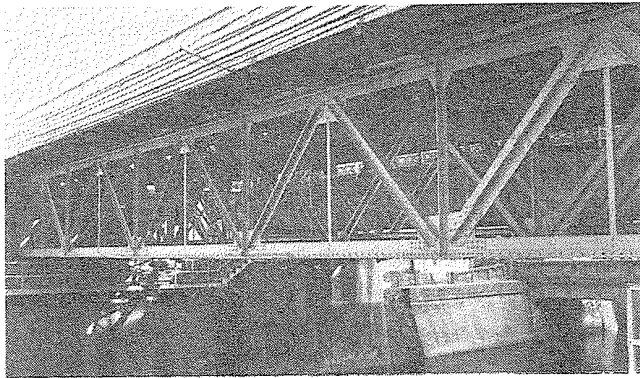


写真13 小石川橋梁トラス桁, 1989年撮影

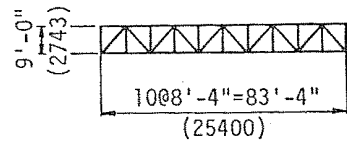


図11 小石川橋梁トラス桁スケルトン図

9. 補遺

9.1 甲武鉄道小石川橋梁 支間25.400m 単線上路ワーレントラス。上下線各1 連。

現橋の寸法測定を含む調査の結果、トラス桁は前後の有道床下路プレートガーダーと同じく1904年ドイツハーコート社製作であり、材料寸法、スケルトン寸法ともにメートル単位のものであることが判明した。上下弦材はT型断面であり、格点付近の構造は阿武隈川のハンディサイド桁と同様で、特徴あるものである。開通以来87年、高頻度の電車運転に耐えて現役である(写真13, 図11)。

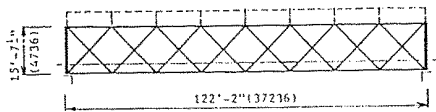


図12 重信川橋梁スケルトン図

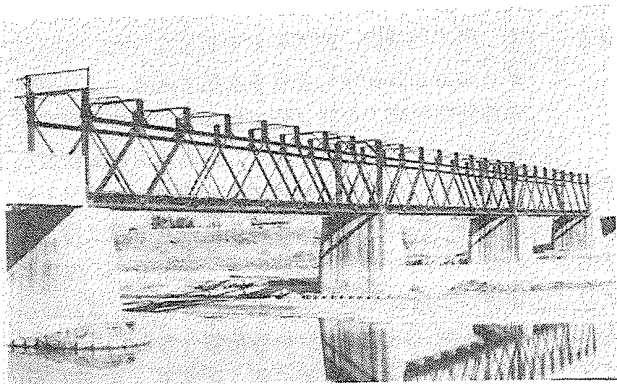


写真14 伊予鉄道重信川橋梁 1977年 3月倉島鏡一撮影

9.2 伊予鉄道重信川橋梁 1896年開通 下路ダブルワーレントラスで、日本人の設計かどうかかわからないが、南予鉄道が建設したわが国では他に例を見ないトラスである。桁の全長122ft2in(37236), 高さ15ft7in1/4(4756), 主構中心間距離12ft2in1/2(3721)²⁷⁾。上下弦材はT断面、腹材はフラットバーと山形鋼で構成されている。

軌間 2ft6in(762mm)の軽便鉄道用の設計であるが、改軌、電化を経て、大型車両の通過に耐え、1972年 1連撤去、1980年 3連撤去まで使用された。電化の時、上方への建築限界拡大と床組の補強が行われたものと思われる。端柱の上下端の工作(山形鋼の曲げかた)に英国の流儀が見られるが(図13)、設計・製作に関する資料は、戦災による焼失によって伊予鉄道本社にもないとのことである。

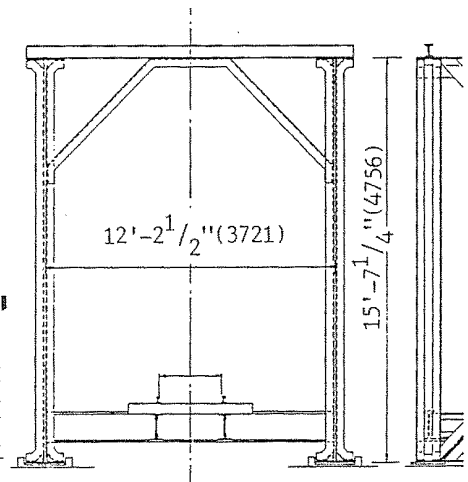


図13 重信川橋梁端柱の図 27) によって作図

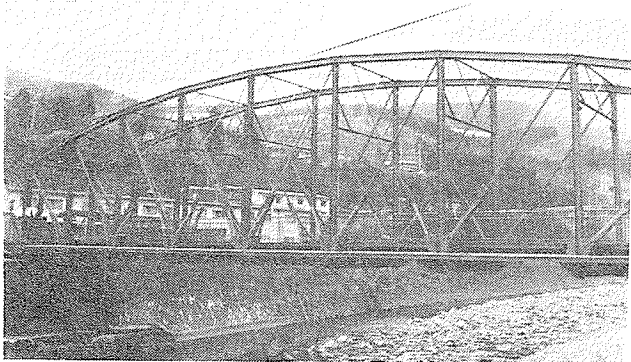


写真15 森村橋 1991年撮影

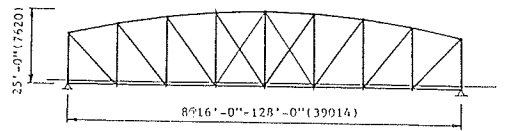


図14 森村橋スケルトン推定図

9.3 森村橋

富士紡績小山工場構内において、鮎沢川に架かるピン結合プラットラスである。鉄道橋とは言えないが、開通当初は、工場と小山駅の間あるいは工場間の輸送に使用した軌道を中央に載せ、トラスの外に歩道を通していたので取り上げることにする。現在は軌道も歩道も撤去され、鋼床板の道路橋となっている（写真15）。

端柱に縦書きの銘板が付いていて、向かって右のものには「設計者秋元繁松／明治三十九年十月竣工」、向かって左のものには「株式会社東京石川島造船所製作」とある。設計者名の掲出は大変珍しい。

溝型鋼はメートル系のもので、BURBACH の陽刻が見える。しかし、スケルトンヤリベット間隔などはフィート・インチである。概測による寸法は、支間128ft(39.014m)、主構中心間隔16ft(4.877m)、スケルトンは図13のようである。横桁は下弦材より下方にある。初期の国産鋼橋として貴重な存在であるが、富士紡績会社内でも記念物的な価値を認め、大切に扱われているようである。

10. おわりに

英国型で始まった官設鉄道の橋梁は、世紀の変わり目から米国型に転換し、さらに、鉄道国有化、鉄道院発足を機に国内設計・国内製作に移行する。

1) 外国人技術者の設計した標準桁が一応整備された状況では、次第に実力を養成してきた日本人の技術者に、標準桁を適用できない特別の場合とか、撤去桁の改造・再使用などを除いては、新たなトラス桁設計のチャンスはめったに回ってこなかつ

た。

2) しかし、鉄道国有化後は買収線を含め、既存幹線の強化改良のため、創業当初からの橋梁の取換えが急務であったため、事態は一変する。橋梁設計を専門とする部署が設けられ、新しい示方書に基づき統一ある設計が行われていった。

3) 私設鉄道では、入札方式による橋桁の設計・製作が行われ、独自の桁を架設するようになるが、関西鉄道のように、社内の技術者が設計を行った例はほかにない。

4) 南予鉄道のような軽便な地方鉄道が、1896年に重信川橋梁のような大変ユニークな、かなりの規模の橋を架設したことは、記憶にとどめられるべきであろう。

5) 明治の終りに近くなると、大都市周辺などに電気鉄道が開業するが、電車荷重で設計した軽快な国産のトラス橋梁が各地に見られるようになる。

謝辞 本報の現地調査・文献調査・研究に当たって、多くの機関、個人のお世話になった。末尾ながら心よりお礼申し上げる次第である：JR東日本施設電気部工事課（片寄紀雄）、同東京構造物検査センター（賛田秀世）、同高崎支社工務部施設課、JR西日本大阪構造物検査センター（小野田滋）、同福知山支店、伊予鉄道（池内茂和、佐伯要、中尾均）、交通博物館（肥沼恵一、佐藤美知男）、京都大学工学部土木系図書室、富士紡績小山工場（唐沢素雄）の各機関（各氏）；小栗彰夫、倉島鏡一、小林宇一郎、高橋宏、中川浩一、成瀬輝男、八木富男の各氏。

参考文献

- 1) 日本橋梁建設協会編「日本の橋」、朝倉書店、1984
- 2) 久保田敬一「本邦鉄道橋ノ沿革ニ就テ」土木学会誌 3-1, 1917, p. 83-130.
- 3) 久保田敬一「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」業務研究資料22-2, 1934. 1, 鉄道大臣官房研究所
- 4) 日本国有鉄道百年史第2巻, 1970, p. 181
- 5) 滝山養「日本の鉄道技術を造り出した明治の時代」明治の鉄道 1979, 土木学会, p1-18.
- 6) 特集・土木と100人, 土木学会誌68-8, 1983, p. 29
- 7) 鉄道局「全国各鉄道橋梁及隧道明細表、明治27年7月31日現在」, 交通博物館所蔵
- 8) 「北海道鉄道百年史」下巻, 1981, 日本国有鉄道北海道総局, p. 828
- 9) 鉄道院「大正3年度鉄道災害記事」, 1915, p. 15
- 10) 鉄道院「大正3年水害写真帖」, 土木図書館所蔵
- 11) 信越線小山沢橋梁, 明治43年8月水害復旧工事写真、小野田滋氏所蔵
- 12) 上碓氷川橋梁, 小山沢橋梁(改造) 図面, JR東日本高崎支社工務部所蔵
- 13) 西村俊夫「国鉄トラス橋総覧」鉄道技術研究資料, 14-12, 1957...長谷川は第5相沢川撤去桁の改造とあるのは第4の誤り。
- 14) 南清: Specification for Steel Bridge Girders, Hankaku Railway Company, 鉄道協会誌1-2, 1899
- 15) 飯田耕一郎「紀和鉄道紀伊川橋梁」帝國鉄道協会会報第3巻, 1901, p. 79-174. ...第4報で250ft 桁の設計者を文献3)により木村懋としたが疑問である。

- 16) 那波光雄「関西鉄道木津川橋梁」鉄道協会誌1-1, 1898, p. 10-67.
- 17) 小西・西野・淵上「明治時代に製作された鉄道トラス橋の歴史と現状第4報」第8回日本土木史研究発表会論文集, 1988, p. 134-141.
- 18) 小西・西野・淵上「わが国における英国系鉄道トラス桁の歴史」土木史研究第10号, 1990, p. 53-64.
- 19) 西野・小西・淵上「明治時代に製作された鉄道トラス橋の歴史と現状第2報」第6回日本土木史研究発表会論文集, 1986, p. 48-57.
- 20) 日本国有鉄道「国鉄の回顧—先輩の体験談—」1952, p. 195.
- 21) 伊津野憲亮「東海道線六郷川橋梁并筒補強工事」土木学会誌12-1, 1926. 2, p. 133-152. 付図第1.
- 22) 阪神電気鉄道八十年史, p. 47
- 23) 宮崎光雄提供写真, 鉄道ピクトリアル427, 1984. 1, 京阪電気鉄道特集号, p. 58.
- 24) 小熊米雄「絵はがき切抜帳61」鉄道ピクトリアル, 413, 1983. 2, p. 96-97
- 25) 名古屋鉄道提供写真, 鉄道ピクトリアル246, 1971. 1, 名古屋鉄道特集, p. 29.
- 26) 丹羽鋤彦「横浜関海陸連絡設備」土木学会誌4-3, 1917, p. 487-648
- 27) 伊予鉄道所蔵図面。オリジナルではなく後年の作成と思われる。2ft6in軌間当時のままの図に数字のみ直した箇所もあり、注意を要する。
- 28) 松村博「大阪の橋」松松社, 1987

付表1 国内設計桁—山田鉄系—

番号	旧鉄道名	鉄道名・線名	現在の駅間	橋梁名	連数	製作	開通	撤去	備考
【50ft 単線上路 ワールトス、ハット結合, 設計: 平井晴二郎】									
101	關内鉄道	函館本線	南小樽付近	人船町陸橋	1		1880's	19--	
【105ft 単線上路 フラットス、E ₃₃ 結合, 原設計: 原口要, 1885】									
201	官設鉄道	信越本線	松井田・西松井田	上碓氷川	1		1887	1910	
211	官設鉄道	信越本線	西松井田・横川	小山沢	1		1910	1953	上碓氷川の転用
【105ft 単線上路 フラットス、ハット結合, 原設計: 原口要, 1885】									
301	官設鉄道	東海道本線	谷崎・駿河小山	第4相沢川	1		1889	1901?	
302		東海道本線	駿河小山・星橋	第5相沢川	1		1889	1914	水害
303			駿河小山・星橋	第5相沢川	1		1893	1914	水害
【120ft 単線下路 フラットス、E ₃₃ 結合, 設計: 白石直治, 那波光雄, ca1895】									
401	関西鉄道	関西本線	弥富・長島	木曾川		1895 P	1895	(1928)	
402			長島・桑名	揖斐川		1895 P	1895	(1928)	
(転用)									
411	関西急行	近鉄名古屋線	弥富・長島	木曾川		1895 P	1938	(1959)	
412	元鉄		長島・桑名	揖斐川		1895 P	1938	(1959)	
【200ft 単線下路 フラットス、E ₃₃ 結合, 斜角右60°, 設計: 白石直治, 那波光雄, 1896】									
501	関西鉄道	関西本線	大河原・笠置	木津川	1	1896 P	1897	1926	
(転用)									
511	永平寺鉄道	京福永平寺線	鳴鹿・東吉市	十郷用水	1	1896 P	1929	(1968)	斜角左60°
【91ft 単線 E ₃₃ -ワールトス、E ₃₃ 結合, 斜角右60°, 設計: 白石直治, 那波光雄, 1896】									
601	関西鉄道	関西本線	大河原・笠置	木津川	1	1896 P	1897	現用	1926? 状補強
602	近江鉄道	近江鉄道	斐知川・五箇荘	斐知川	1	1897 II	1897	現用	直橋
【100ft 単線上路 フラットス、E ₃₃ 結合, 設計: 杉文三, ca1903】									
701	官設鉄道	中央本線	笹子・初鹿野	日川	1	1903 S	1903	1907	水害
【支間119ft 単線上路 フラットス、E ₃₃ 結合, (奥羽本線松川橋梁150ft桁の改造)】									
801	鉄道院	山陰本線	下山・和知	吉尾沢	1		1910	1910	1971
【100ft 単線下路 フラットス、ハット結合, 斜角左55° 58' 10"】									
901	鉄道院	鹿児島本線	遠賀川・海老津	新川	1		1910 M	1910	(19--)
【105ft 単線上路 フラットス、ハット結合, 設計荷重: E ₃₃ 相当】									
1001	鉄道院	信越本線	松井田・西松井田	上碓氷川	1		1910 P	1910	現用
【117ft 複線下路 鋼桁, 設計荷重: E ₄₃ , 設計: 太田門三, 1910】									
1101	鉄道院	東海道本線	蒲田・川崎	六郷川	2×5			1913	1972

【支間97ft1in 単線下路ワレットス、ハット結合】									
1201	鉄道院	常磐線	金町・松戸	江戸川	5	1911 K	1911	1971	
【支間105ft 単線上路ワレットス、ハット結合】									
1301	鉄道院	磐越西線	尾登・野沢	長谷川	1	1912 S	1913	現用	第4相沢川改造
【支間97ft8in 複線*ニワレットス、ハット結合、設計荷重：E33、図面番号B1(1910);製作：1連】									
1401	鉄道院	常磐線	北千住・綾瀨	綾瀨川	1	1911 K	1911	1971	
【支間97ft7in 単線*ニワレットス、設計荷重：E45、図面番号B2(1910);製作：59連】									
1501	鉄道院	東海道本線	西大路・向白町	桂川	2×12	1911AK	1912	現用	15連:A,9連:K
1502		東海道本線	吹田・東淀川	上神崎川	2×2	1912 A	1912	現用	
1503		東海道本線	野洲・守山	野洲川	2×7	1912AK	1913	1980	5連:A,9連:K
1504	鉄道院	常磐線	金町・松戸	江戸川	5	1911 K	1911	1971	
1505		東海道本線	袋井・磐田	原野谷川上	2	1912 A	1915	1964	
1506		東海道本線	袋井・磐田	原野谷川下	2	1916 K	1915	1964	
1507		東海道本線	西岐阜・穂積	長良川	2×4	1914,5 K	1914	現用	
【支間97ft7in 単線*ニワレットス、斜角左62°59'、設計荷重：E45、図面番号B3(1910-11);製作：2連】									
1601	鉄道院	東海道本線	摂津富田・茨木	茨木川	2×1	1911 K	1912	現用	
【支間205ft10in 単線曲弦ワレットス、設計荷重：E45、図面番号B4(1912);製作：68連】									
1701	鉄道院	東海道本線	磐田・天竜川	天竜川上り	19	1912 A	1913	1968	
1702		東海道本線		天竜川下り	19	1914K	1914	1969	「撤去 現下り
1703		東海道本線	富士・富士川	富士川上り	9	1914W	1915	現用	1917 2連1982 2連
1704		東海道本線	島田・金谷	大井川下り	16	1914W	1915	現用	
1705		東海道本線	西岐阜・穂積	長良川上り	5	1914 I	1914	現用	
(転用)									
1711		東海道本線	木曾川・岐阜	木曾川	2	1914 W	1919	1971	富士川より
1712		東海道本線	磐田・天竜川	天竜川下り	19	1912 A	1969	現用	上り線より移設
1713		御殿場線	山北・谷城	第3酒匂川	1	1914	1973	現用	天竜川旧下りより

注：連数欄：2×12は12連が2本並列していることを示す。

製作欄：製作所略号：A:American Bridge; H:Handyside,England; I:東京石川島造船所; K:汽車製造; M:三菱長崎造船所; P:Patent Shaft & Axle Co; S:新橋工場; W:川崎造船所; Y:横川橋梁製作所

付表2 国内設計橋—電気鉄道・その他—

番号	旧鉄道名	鉄道名・線名	現在の駅間	橋梁名	連数	製作	開通	撤去	備考
【100ft 複線下路 ワレットス、ハット結合、設計：鉄道工務所、製作：東京石川島製作所】									
2001		阪神電気鉄道	淀川・姫島	淀川	22	1905 I	1905	1967	
【111ft 単線下路 ワレットス、ハット結合】									
2101		伊勢電気鉄道	汐合・二見	汐合川	4	1910 Y	1910	(1961)	
【支間長37.8、28.2m 複線下路 ワレットス、ハット結合】									
2201		京阪電気鉄道	八幡市・淀	木津川	7	19--	1910	1927	
2202				宇治川	9?		1910	-29	
2203		東海道本線	鳥羽街道・東福寺	旧東海道線 跨線橋	1		1910	192-	斜角左
(転用)									
2211	<道路橋>	大阪府道		枚方大橋	15?		1930	1967	木津宇治川の転用
2212	<道路橋>	大阪府道		鷺内橋	1		1935	1990	木津宇治川の転用
【100ft 複線下路 ワレットス、ハット結合、斜角付き】									
2301	京浜電気鉄道	京浜急行	六郷上手・京急川崎	六郷川	6	1911 W	1911	1972	
【複線下路 ワレットス、ハット結合】									
2401	名古屋電気鉄道	名古屋鉄道	東枇杷島・西枇杷島	庄内川	4	19--	1912	1958	
【100ft 単線 *ニワレットス、ハット結合、設計：大蔵省臨時建築部、製作：浦賀船渠】									
2501	横浜関門海陸連絡線		横浜港・山下埠頭	新港	1	1912	1920?	1984?	現存

付表3 補遺

番号	旧鉄道名	鉄道名・線名	現在の駅間	橋梁名	連数	製作	開通	撤去	備考
【支間25.4m 単線上路 ワレットス、ハット結合、製作：Harkort】									
3001	甲武鉄道	中央本線	水道橋・飯田橋	小石川	2×1	1904	1904	現用	
【全長122ft2in 単線下路 *ワレットス、ハット結合】									
3002	南予鉄道	伊予鉄道	鎌田・岡田	重信川	4	1896	1896	1980	1972 1連撤去
【概測支間128ft 下路 ワレットス、ピン結合、設計：秋元繁松、製作：東京石川島造船所、補強、道路橋】									
3003		富士紡績小山工場	第1・2工場	森村橋 (鮎沢川)	1	1906	1906 1910	現用	