

わが国におけるドイツ製鉄道橋梁－歴史と現状－

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

A History of German-made Railway Bridges in Japan
by J. Konishi, Y. Nishino, T. Fuchigami

要旨

わが国の橋梁史の中で特異な位置を占めるドイツ製鉄道橋梁について、トラス桁を中心に導入の経緯、桁の種類とその技術的特徴を述べ、さらに架設・使用・転用状況、現存橋梁などの調査結果を述べる。九州鉄道最初のトラス桁が、従来その存在を見落とされてきた2形式のプラットトラスであることを確かめるとともに、ボーストリングトラスの所在と数量に関して従来の定説を修正した。〔構造物、鉄道橋梁、明治時代、ドイツ〕

1. わが国におけるドイツ製橋梁

わが国におけるドイツ製橋梁の最初のものは道路橋で、1873（明治6）年に大阪長堀川に架設された心斎橋であった。支間36.4m のボーストリングトラス(bowstring truss, parabolic truss)で、格点はリベット結合であった。その後しばらくは輸入された形跡がないが、明治20年代には、大量の橋桁が輸入されることになる。そのさきがけとなったのが1888（明治21）年に輸入されたピン結合のトラス桁で、大阪の天神橋、天満橋、木津川橋などに架設された。(天橋(1888)65.8m ボーストリングX2 +34.7m ワーレンX3, 天満橋(1888)52m ホイップルマーフィーX4, 構造(1888)24.4m ワーレンX3) 同じ年に東京では皇居二重橋に3ヒンジ充腹アーチが輸入・架設された。これらはいずれもハーコート社(Harkort)の製作になるものであった¹⁾²⁾。さらに、1889（明治22）年には古河鉱業足尾銅山の古河橋に、同じくハーコート製のピン結合ボーストリングトラスが輸入・架設された。

九州に鉄道を敷設するため、九州鉄道会社が設立され、顧問技師にドイツ人鉄道技師ヘルマン・ルムシェッテル(Hermann Rumschöttel)が招聘されて、建設が始まった。輸入が必要な資材、すなわち、レール、機関車、車両、橋桁などはことごとくドイツに注文され、ここに、本州の英國式、北海道の米国式に対してドイツ色の強い鉄道が誕生した³⁾⁴⁾。橋

桁に関しては、最初の開通区間にウニオン・ドルトムント製のトラス桁が架設されたが、それ以後はハーコート製のボーストリングトラスが多数、線路の伸長とともに各地に架設されていった。もちろん、プレートガーダーなどもドイツ流のものが架設された。

九州以外でドイツ製の橋桁を架設した鉄道橋は少ない。ルムシェッテルが指導した別子鉱山鉄道の足谷川橋梁は九州鉄道のものと同系のボーストリングトラスであり、機関車などもドイツ製品が使用されている。

また、ルムシェッテルの原案に基づいてドイツ人技師バルツァーが設計した東京市街線に接続し、甲武鉄道最後の建設区間となった万世橋-飯田橋間の小石川架道橋と昌平橋架道橋にはハーコート製のプレートガーダーとトラス（1904年製）が架設されている。このほかにはドイツ製の鉄道橋梁はなく、結局、ルムシェッテルが直接、間接に関与した鉄道だけがドイツ製橋梁を採用したことになる。

2. ドイツ人技師の招聘と九州鉄道

九州鉄道の創立委員会はプロイセン国有鉄道機械監督ヘルマン・ルムシェッテルを顧問技師として招聘し、ルムシェッテルは1887（明治20）年12月に着任した。

ルムシェッテルの招聘について、吉沢まことは、次のように述べている⁵⁾。『…創立委員会は、社長人事については政府に人物の推薦を依頼し、その結果、農商務省商務局長であった高橋新吉が社長となつた。この高橋社長は早くからドイツの鉄道技術に着目しており、優秀な技師をドイツから招きたいと政府に熱心に請願し、ルムシェッテルの招聘に成功した……』。

顧問技師としてドイツ人のヘルマン・ルムシェッテルが着任した結果、当初、九州鉄道はドイツ製品を多用している。すなわち、橋梁はトラス、鋼桁ともウニオン社とハーコート社製、レールは九鉄1号(50ポンド第10種)と呼ばれるドイツの軽鉄道用レールに準じた設計で、ウニオン製であるが、英國のカメリ社にも造らせている⁶⁾。機関車はホーエンツォレルン製、続いてクラウス製を入れ、客車はバンデルチーペン製、……といった具合であった。ルムシェッテルは母國の工業製品輸出に大いに貢献をしたのである。

しかしやがて、輸送量の増大に伴う改良・増備はアメリカの製品によって行われるようになる。

3. ドイツの橋梁製作会社

19世紀におけるドイツの橋梁製作会社としては、次ぎの6社が主なものであった⁷⁾。これらのうちわが国で製品が確認されているのは3)と6)で、1)はアプト式機関車、2)6)はレール、5)は内燃機関車をわが国の鉄道に供給している。

1)エスリンゲンMaschinenfabrik Esslingen

2)グーテホフヌングスヒュッテ

Die Gutehoffnungshütte

- 3)ハーコート Die Gesellschaft Harkort
- 4)ホルツマン Philipp Holzmann & Cie
- 5)マン M.A.N.
- 6)ウニオン Gesellschaft Union in Dortmund

4. 九州鉄道最初のトラスくウニオン社製プラットトラス

4.1 通説への疑問と資料の存在

九州鉄道といえばハーコート社のボーストリングトラスを思い浮かべるが、九州鉄道で最初に建設された第3工区の旭川と千歳川に架設されたトラス桁は、ウニオン社の設計製作になるピン結合プラットトラスであった。

ところが、鉄道橋についてのバイブル的存在の、久保田敬一「本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ」(1934)⁸⁾では p. 11. で、

『本会社線門司八代間及鳥栖長崎間ニ架セル構桁ハ22橋アリ、其ノ重ナルモノハ千歳川ニ架セル 100呎 5連、150呎 4連、30呎 2連、遠賀川ニ架セル 100呎 4連、150呎 5連等ナリ、此等22橋梁ニ架セル 100呎及 150呎構桁ハ独逸国は—こ—と会社ノ製作ニ係ルボーグトリーン型構桁ニシテ英國型ト全ク其ノ趣ヲ異ニセリ。』

と述べ、千歳川橋梁のトラス桁をハーコート会社製作のボーストリング形とした。p. 31の本邦国有鉄道構桁一覧表 其ノ四でもそのようになっている。旭川は記載されておらず、結果的にウニオン社製のプラットトラスは、それ以降、国鉄の橋梁史に現れない『幻』の形式となってしまったのである。

著者らは、前報⁹⁾で、『明治工業史』、鉄道篇

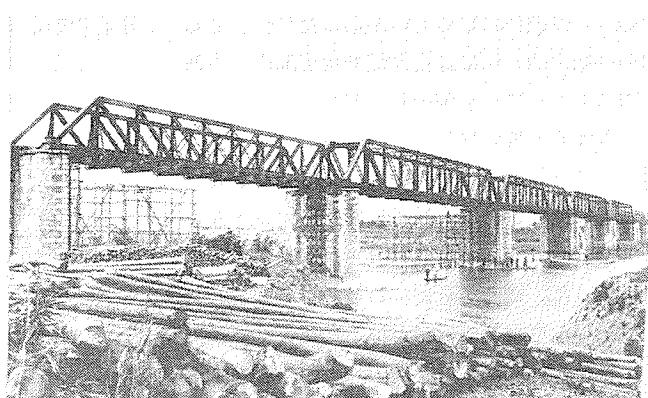


写真1 初代千歳川橋梁(1890-1914),
1913年架け替え工事開始直後の撮影,
文献15) より転載。

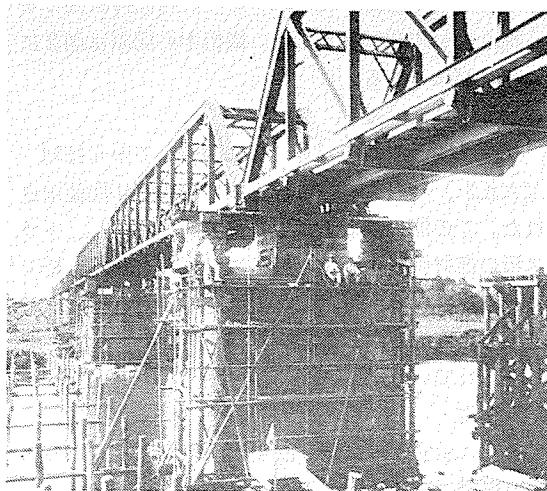


写真2 架け替え工事中の45.3m桁。桁を仮受けして床石を交換中。床組に注目。文献15)より。



写真3 横取り架け替えが終って試運転中。仮桁上の32.0m桁の端横桁に注目。文献15)より

(1926)¹⁰⁾, p. 514. の

『構桁ハ径間 100呎及ビ 150呎ノ 2種ニシテ、型式ハ鳥栖久留米間旭川ニ架シタル径間 100呎 1連ト千歳川ニ架シタル径間 100呎 5連、 150呎 4連ハぶらっと式ナレドモ其ノ他ハ総ベテばうすとりんぐ型ナリ』

という記述と、一枚のかなりリアルな絵図「筑後川鉄橋之図」¹¹⁾を手掛かりにして調査を進め、プラットトラスの存在を確信した。その後、次の根本資料を参照することができ、間違いないことを確かめた。すなわち、旭川と千歳川に架設されたトラス桁がプラット形であることは、明治27年 7月31日現在『全国各鉄道橋梁及び隧道明細表』¹²⁾によって明らかとなつた。ウニオン製であることは、『千歳川橋梁鉄桁架換工事概要』(1914)¹³⁾と、Foerster: "Taschenbuch für Bauingenieure" (1921), p. 1872-3¹⁴⁾に記述があり、現存する桁の陽刻もそれを裏付けている。桁の構造についても、Foersterの本に部分図が載っている。また、『筑後川橋梁鉄桁架換工事写真帖』¹⁵⁾には鮮明な写真が多数あって、九州鉄道最初のトラス桁の姿を伝えている。さらに前報で報告したように熊本県植木町には現物が保存されている。

西村俊夫「国鉄トラス橋総覧」(1957)¹⁶⁾もトラス桁に関する重要な基本文献であるが、上述の久保

田論文をベースにしており、同じ誤りを踏襲している。鉄道橋についてのこのような権威ある論文での誤りは、これらを引用したその後の多くの著作に影を落とした。最近の出版物では、守田久盛・神谷牧夫『鉄道路線変せん史探訪IV九州の鉄道 100年』(1989)¹⁷⁾、九州旅客鉄道『九州の鉄道 100年記念誌 鉄輪の轟き』(1989)¹⁸⁾などの記述がそうである。

4.2 ウニオン社製プラットトラスの構造

九州鉄道における開通当初の設計荷重は、図1に示すもので、タンク機重連の前後に2軸車を連結したものである¹⁸⁾。

ウニオン社製の桁は、径間32.0m のポニー・プラットトラスと47.3m のプラットトラスの2種類で、同じ設計指針によっており、構造細目は共通といつてよい。上弦材と端柱とはII断面、下弦材は開断面で、これらは一体の枠組みを形成しており、これに帶材の斜材とI形断面の垂直材がピン結合されている。

このトラス桁最大の特徴は、床組が下弦材の下に取付けられていることであつて、わが国の鉄道橋で

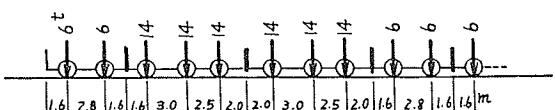


図1 九州鉄道の設計活荷重¹⁸⁾

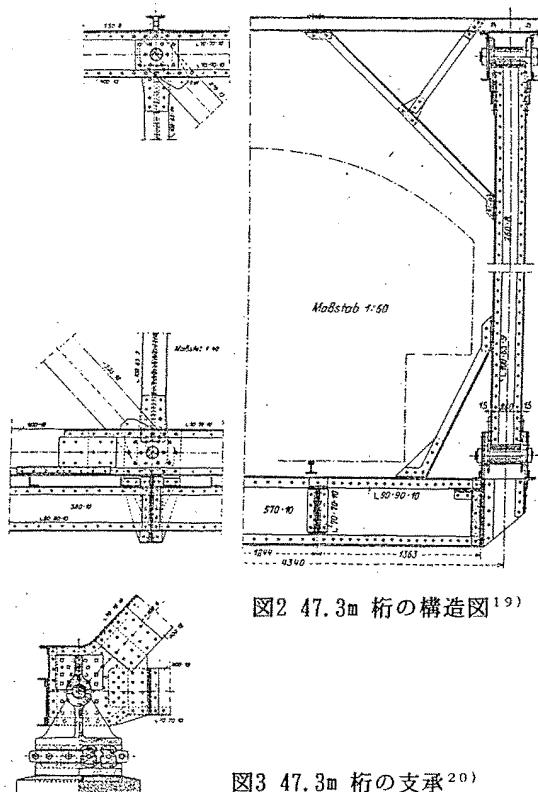


図2 47.3m 桁の構造図¹⁹⁾

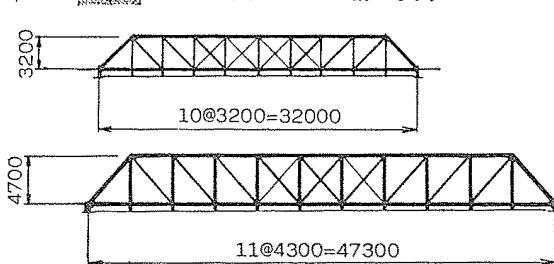


図4 ウニオン桁のスケルトン

は他に例を見ない（図2¹⁹⁾、写真2、3）。床組は当時の英國系の桁と比べると本格的で、立派な端横桁を備えている。支承は鍛鉄製で、下弦材内部にはまり込む形となっており、桁とはピンで連結され、可動端側はロッカースチールである（図3²⁰⁾）。ポニートラスのsway bracingの処理も特徴あるものである（写真4、5）。

4.3 スケルトン

著者らが推定したスケルトンは図4のようである。32.0m 桁は植木町の保存桁の実測値から格間長と高さ3200mm、主構中心間距離4300mmとした。47.3m 桁は、高さと主構中心間距離は図2記載の寸法によっ

てそれぞれ4700mm、4340mmであり、格間長は図2から割り出して4300mmとした。縦桁中心間隔は図2により1244mmである。

4.4 使用状況（表1、2）

1890（明治23）年3月1日に開通してから1914（大正3）年1月撤去されるまでの約24年間使用された。この間に鉄道輸送量は飛躍的に増大し、トラス桁の部材強度が不足はじめ、また、47.3m 桁では桁の高さが小さく、建築限界を維持できなくなつて撤去の理由となった。クーパー設計のトラスと取替えられている。

4.5 転用

表1に示すように鹿本鉄道（山鹿温泉鉄道）の菊池川橋梁に32.0m 桁4連が転用され²¹⁾、1920（大正9）年から1960（昭和35）年までの40年間使用されたほか、佐賀県下、千歳川橋梁の下流約1マイルの入道橋にも32.0m 桁1連が撤去後ただちに転用された²²⁾。1914（大正3）年当時そのままスクラップにすることはまれであったから、残りの32.0m 桁1連と47.3m 4連もどこかの橋梁に転用されたものと思われるが、今のところ転用先不明である。

4.6 現存している32m 桁

山鹿温泉鉄道菊池川橋梁に転用された32.0m 桁4連のうちの1連が鉄道廃止後宮原の駅跡に保存展示されている（写真4、5）。原形は10パネルだが、現橋は保存時に中央の3パネルを省いて7パネルに改造されている。縦桁の鋼材に UNION HORST N32という陽刻がある。山鹿温泉鉄道の記念物として保存されたものと推測されるが現地には説明版などはない。単に山鹿温泉鉄道の記念物というに止まらず、九州の鉄道にとって、正に記念すべき橋桁であり、よくぞ残してくれたものと感謝しなければならない。今後は九州鉄道最初の鉄橋として、整備の上、恒久保存の道を開きたいものである。

5. ハーコート社のボーストリングトラス

5.1 ハーコート社のピン結合トラス

当時、ドイツ国内で架設されるトラスはリベット結合が一般的であったが、輸出用としては組み立てが簡単なピン結合トラスがかなりの比重を占めていた。その中でも特に有名で成功したのがハーコート社のGelenkbolzen-Brücken(The Harkort system of



写真4 山鹿温泉鉄道宮原駅跡に保存されているウニオン製の32m桁。保存時に中央3格間を撤去して22.4mに短縮されている。1986年撮影。

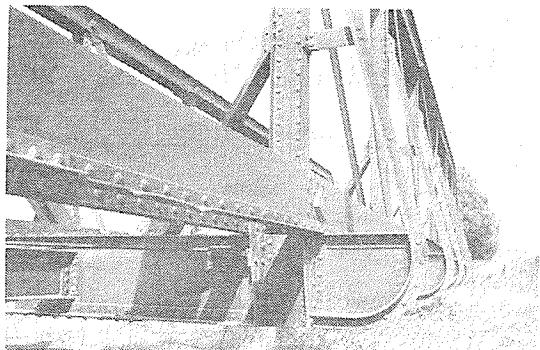


写真5 同左。下弦材格点、横桁の取付けとsway bracingに着目。1986年撮影。

pin Bridges)と称するピン結合トラスである²³⁾。スパン80m位までの平行弦トラスまたはボーストリングトラスで、当時の低開発国：日本、シャム、スマトラ、フォルモサ、ランスバール、ブラジル、エクアドル、といった国々に大量に輸出された。同社の1889-1898年の10年間の橋梁と鋼構造の輸出実績をみると日本向けが最も多く6295tonであり²⁴⁾、そのうちボーストリングトラスは1889(明治22)年から1897年の間に輸出された3006tonである²⁵⁾。

ハーコート・ピントラスシステムの最大の特長は、現場における各部材の接合はすべてピンあるいはボルトナットで行われ、熟練したリベット工なしで短時間のうちに桁の組み立て・架設が実行できる点にあった^{25) 26)}。

ボーストリングトラスの上弦材格点は放物線の上にあり、アーチとしての作用があるから、均等荷重

に対しては上弦材、下弦材は各々同一断面でよく、斜材にかかる応力は小さい、というメリットがある。ハーコート・システムの上弦材の断面は同一で] [あるいはH形であり、格点ではピンを介して部材は突き合わされているだけで互いに連結はされていない(図5(a))²³⁾。

横桁と主構垂直材の連結は30mクラスでは上下各2本のボルトdでモーメントを伝達し、横桁側の突起a下面と垂直材側の突起b上面の間にくさびcを挟んで端面支圧によってせん断力を伝達する。縦桁は横桁腹部にボルトで接合され、下横構はピンで結合される(図5(b))。

支承は鋳鉄製で桁下面に取付けられており、可動端はロッカーチャー支承となっている。

5.2 九州のハーコート製ボーストリング桁

九州鉄道と豊州鉄道が輸入したハーコート桁は、スケルトンにより分類すると4種類である。スケルトンを図6に示す。これらの標準桁を適当に組み合わせて径間構成を行うことは当時としては当り前のことであった。表3~6に架設・転用などをまとめている。本表の橋梁のうち旧国鉄分は西村論文¹⁶⁾と文献12)をもとに作成したが、私鉄の橋梁、道路橋については独自の調査によるものである。なお、久保田論文⁸⁾、西村論文¹⁶⁾において、筑豊興業鉄道の遠賀川、若宮川、嘉麻川、中元寺川の各橋梁初代桁が(英国系のプラットトラスではなく)ボーストリング桁であるとしているのは、千歳川同様誤りであり、本表では訂正してある。数量をまとめると

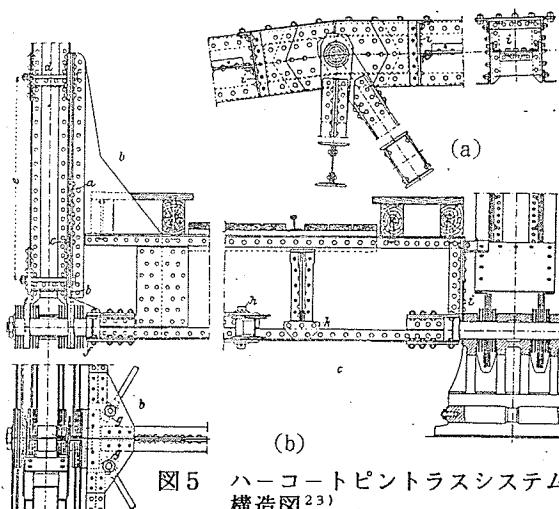


図5 ハーコートピントラスシステム構造図²³⁾

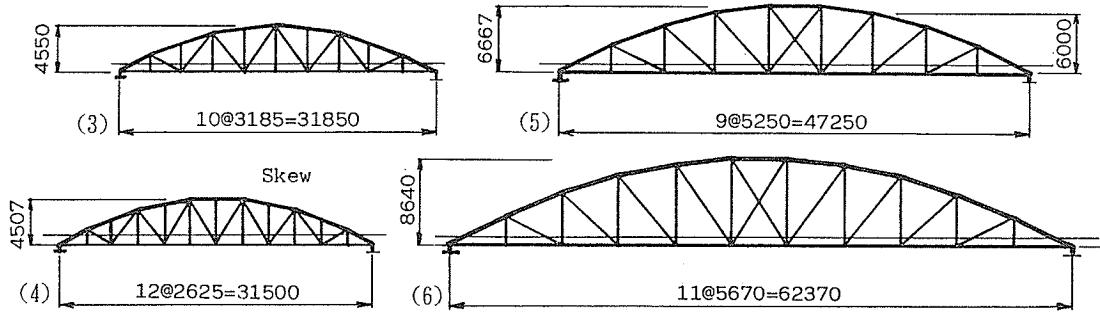


図6 九州鉄道・豊州鉄道のボーストリングトラスのスケルトン

記述（別子鉱山鉄道の1連を含めてある）²⁶⁾ と一致している。

表7 九州のボーストリング桁

表No	支間	格間数	製作数	転用数	現存数
3	31.85m	10	F14 e31	35	F1 e6
4	31.50m	12	F 2		0
5	47.25m	9	F11 e 3	13	F1 e1
6	62.37m	11	e 1	e 1	0
計			62	49	9

これより合計62連が製作され、これまでに判明しているだけで49連が転用され、9連が現存していることがわかる。なお、これらの桁の下弦材には、2種類あって、1890年頃架設されたものではflat barであるが、1894年以降のものはeye barに变成了。
eye barの形状は英、米のものとは異なる独特のものである（表中数値欄のFはflat bar、eはeye barを示す）。

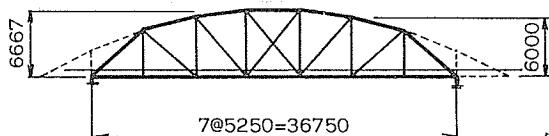


図7 長野電鉄市川橋梁のスケルトン

なお、使用鋼材はわが国に架設されたものは、すべてAachener Hütten-Aktien-Vereinの製品で、A.H.A.V.という陽刻がある。

5.3 ボーストリング桁使用状況

小型機関車相当の設計荷重に対して設計されたものであったから、明治後期になってからの輸送量の伸びと機関車の大型化によって、幹線の橋梁ではたちまち弱小桁になってしまった。遠賀川のものが1911年に撤去されたのを皮切りに、幹線筋のものが20~26年間、田川線のものが27~31年間、平均で約25年使用されて撤去されている。

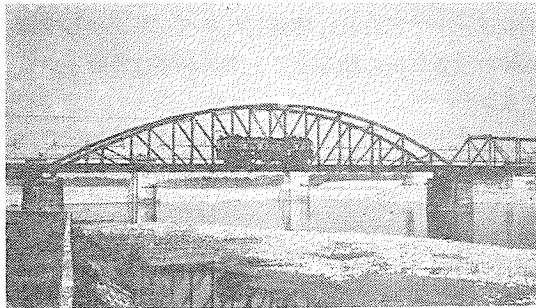


写真6 京福永平寺線九頭竜川橋梁の63.37m桁。1960年頃。村上温撮影

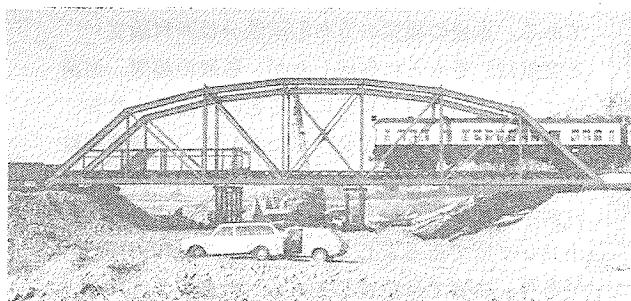


写真7 長野電鉄市川橋梁、47.25m桁の短縮改造：1974年。長野電鉄田中守提供



写真8 大坪跨線橋 31.85m桁 1986.11撮影
下弦材はフラットバーである。

5.4 ボーストリング桁の転用

撤去された桁がそのままスクラップになることはむしろまれで、大多数は、中小私鉄の橋梁や跨線橋、道路橋などに払い下げ・転用された。と言うのも撤去の理由は荷重増大による耐荷力不足であって、材質的な寿命ではないからである。残り少ないと見え、今日われわれが初期の橋桁を見ることができるのは、この転用のお陰である。これまでに判明した転用桁を表3～6に掲げる。すでに撤去されて現存しないものの数例を紹介しよう。

1)京福永平寺線九頭竜川橋梁 わが国に輸入されたボーストリング鉄道桁としては最大の支間62.37m唯一の桁が田川線から撤去された後、払い下げられて架設されていた。写真6は村上温氏撮影の1960年頃の姿である。

2)南海高野線紀の川橋梁 47.25mの桁であるが、下弦材取替えを初め、各部を補強して設計荷重をE2.6とし²⁷⁾、1924年開通、1969年撤去。なお、文献28)所載の図でも下弦材寸法が標準の332×24mmより大きい453×22mmとなっており、補強改造後の姿と思われるが本橋とは異なっている。

3)長野電鉄市川橋梁 図7に示すように、両端のパネルを撤去して短縮補強したものである²⁹⁾。写真7に見る普通の曲弦プラットトラスに近くなった。1922年開通、1972年鉄桁に取替え撤去。

4)海陸連絡設備の可動橋 関門連絡線の可動橋は九州側の小森江はボーストリング桁、本州側の下関は官設鉄道の英國式ポニーワーレン桁を改造したものであった。1919年に最初のものが完成し、1942年に関門トンネルが開通してその役目を終えた³⁰⁾。

5.5 現存するボーストリング桁

現存しているのはすべて転用桁で、31.85m桁が4橋7連、47.25m桁が2橋2連である。

1)大坪跨線橋 山陽電気軌道が山陽本線幡生操車場を乗り越えていたもので、1971年軌道廃止後も現存しているが、撤去は時間の問題であろう。上弦材にカバープレートが追加されているが、下弦材がフラットバーであり、1890年輸入の31.85m桁としては現存唯一である(写真8)。

2)第2上条市道跨線橋 長岡操車場に架かり、中央が60mトラス、両側が31.85mのボーストリング桁である。拡幅してある。1965年頃かなり補強され、上弦材側面のリベット、正面のカバープレートが目立つ(写真9)。

3)小久保跨線橋 西明石駅に架かる31.85mのボーストリング桁2連で、橋床をのぞいて原形を良く保存している(写真10)。改築の計画がある。

4)上田市の太石橋 丸子鉄道が建設した橋を、鉄道廃止後、道路橋に改造したもの。これも改築は軽微である(写真11)。



写真10 小久保跨線橋 31.85m 桁 1991.2撮影
原形を良く残す。

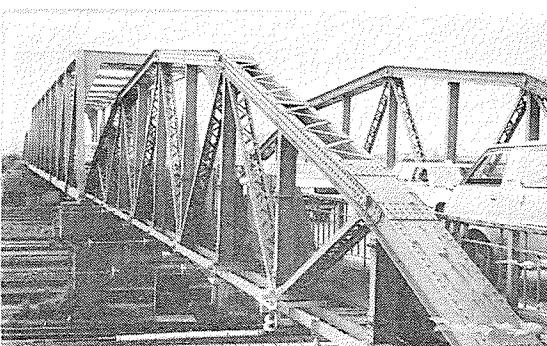


写真9 第2上条市道跨線橋 1985.6撮影
拡幅・補強されている。



写真11 大石橋 31.85m 桁 1984.5撮影
左は英国製ポニーワーレントラス4連。

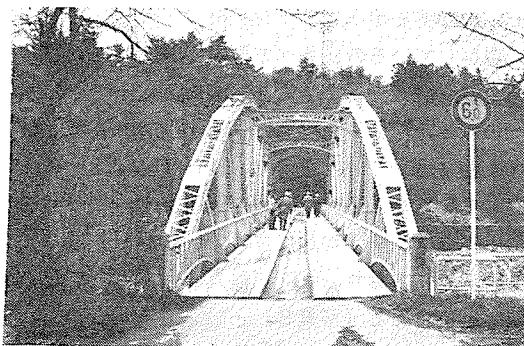


写真12 切立橋 47.25m桁 1987.4撮影。

5)切立橋 日橋川に架かる東京電力猪苗代第4発電所の専用線の橋であったが、現在は線路ではなく、道路橋として使われている。橋床面は木板張りで、改造の跡は全く見られない。47.25m桁の原形である(写真12)。

6)陸田跨線橋 稲沢操車場の北端に架かる跨線橋で、下弦材がeye bar の47.25m桁である。下弦材がeye bar の47.25m桁は今まで当橋しか発見されていない(写真13)。



写真13 陸田跨線橋 47.25m 桁 1984.4撮影

6.2 別子鉱山 足谷川橋梁

762mm ゲージの別子鉱山鉄道が終点端出場付近で国領川を渡る橋梁で、1893(明治26)年に架設された。ルムシェッテルが指導をしたもので、ドイツ・クラウス製の小型機関車とともに、九州のものより一回り小形のハーコート製ボーストリングトラスが導入されたのである。60°の斜橋で、主構中心間距離3.540m、一端の格間が短い³¹⁾(図8、写真15)。1977年に廃橋となつたが、1991年に「マイントピア別子」という施設の中の橋として復活した。

6. その他のボーストリング桁

6.1 足尾銅山 古河橋

古河鉱業が1890年12月に完成させた支間48mの軌道併用橋であつて純粋の鉄道橋ではないが取り上げたい。ハーコート社と高田商会の銘板がついており、九州鉄道のものとは上弦材の断面が異なつてゐる。軌道廃止後、補強されて、近年まで大型トラックが頻繁に通行していた(写真14)。現在は保存目的で歩道橋となつてゐる。

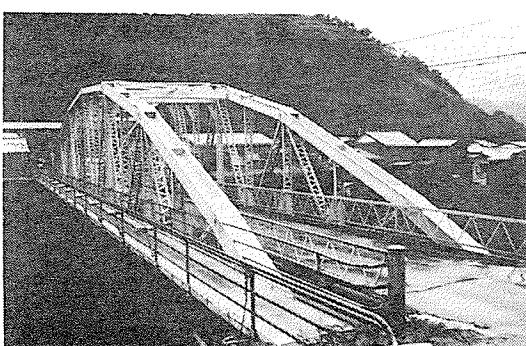


写真14 足尾町古河橋 1988.6撮影
上弦材断面はH形である。

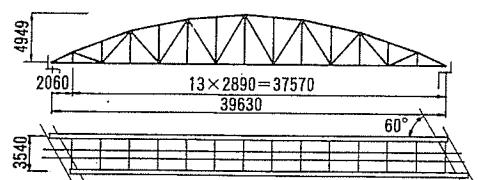


図8 別子鉱山鐵道足谷川橋梁のスケルトン



写真15 別子鉱山鐵道足谷川橋梁 九州と同系の斜橋 1988.6撮影

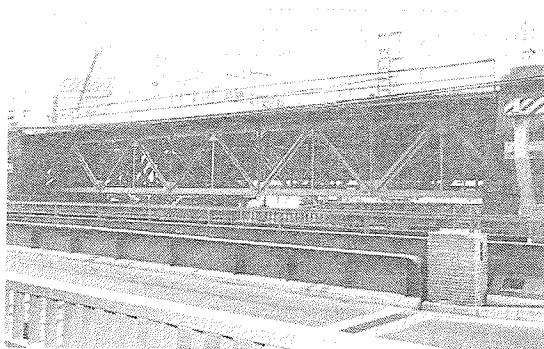


写真16 小石川橋梁のトラス 1989.3撮影

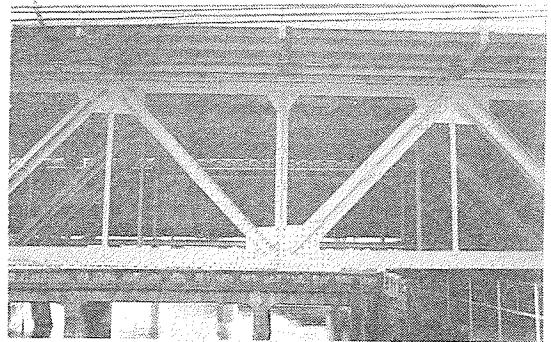


写真17 小石川橋梁 格点の構造に特色がある。

7. 甲武鉄道飯田橋・万世橋間の橋梁

1904年に御茶ノ水まで複線化して電車運転を延長した甲武鉄道は、さらに神田までの敷設免許を得て工事を続行したが、1906年政府買収となり、工事は鉄道庁の東京市街線建築事務所に引き継がれた。小石川架道橋は1904年に御茶ノ水まで複線化した時の開通で、現在は緩行線として使われている。98年間高密度電車運転を支えてきた訳である。架道橋部分は2主桁複線下路プレートガーダー、河川部は単線上路ワーレントラス並列となっている。架道橋1径間+橋梁1径間+架道橋2径間という径間構成で、プレートガーダー、トラスとも、従来わが国で架設されたことのない特徴ある設計である。トラス桁では、上下弦材はウェブ1枚のTまたは逆T断面であり、各点部ではガセット板ではなく、別の大型ウェブ板をもってきて、これに各部材を鋲接してある（写真16,17）。この手法は先に日本鉄道が阿武隈川、隅田川のトラスに採用した。これらは英國のハンディーサイド社の設計・製作として知られている。小石川のトラスは、部材断面寸法、スケルトンともメートル単位で設計されている（図9）。しかし径間は25.400mとなっていて、ちょうど1000inch=83ft4inになり、フィートの方でも切りが良い数値となっている。水道橋寄りのプレートガーダーでは、補剛材の間隔が桁高よりもかなり大きいのが目につく。また、桁の中央に大型の銘板をついている。

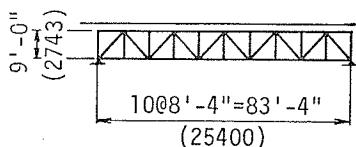


図9 小石川橋梁トラスのスケルトン

昌平橋架道橋も、1904年ハーコートという銘板をつけていたが、開通は国有化後の1908年であった。

8. まとめ

- (1) わが国で最初に架設されたドイツ製の鉄道トラス桁は、ハーコート製ボーストリング形ではなく、ユニオン製ピン結合平行弦プラットトラスであった。その構造的特徴は横桁を下弦材の下に吊っていることで、桁底面～レール面間の高さを低くできる。しかし、このような構造は少くともわが国の鉄道橋に再び登場することはなかった。
- (2) ハーコート社のピン結合トラスシステムの桁は九州鉄道で採用され、九州各線に多数架設された。また、足尾銅山と別子銅山でも1橋ずつ採用している。創意に満ちた優れたシステムであったが、軽便鉄道向きであって、輸送量の多い幹線用ではなかった。その後の輸送量の伸びは当初の予測をはるかに越えるものであったに違いない。

ピン結合はわが国では英、独、米のいずれの流儀も成功せず、明治の終りにはリベット結合の剛性の大きい構造に移行した。

ボーストリング形式も鉄道では再び採用されることはなく、道路橋で採用されるに止まった。

- (3) 東京の高架鉄道はルムシェッテル、バルツァーの指導のもとに建設が進められた。橋梁はドイツ流のものであった。ドイツからの輸入も少量あった。しかし、英國流から米国流へという大きな流れを変える力は少なくとも陽な形では持たなかつたように思われる。

- (4) ドイツ製トラス桁の架設・転用の状況を明らかにし、従来の定説の修正を行った。

(5) 100年の歳月を経て現存している桁の現況を紹介した。

謝辞

本研究のベースとなっているのは久保田敬一氏の論文と西村俊夫氏の論文である。単なる引用文献ではなく、大変多くのことをこれらに負っている。著者らが多少のミスを指摘したとしても、いささかもその価値を減ずるものではないと信じている。

調査・研究に当たり、資料提供、現地調査、教示、討議などさまざまな局面で多くの方々にお世話になった。お名前を記して感謝の意を表する。

飯島正資、大塚孝、小栗彰夫、小野田滋、金子鉄男、倉島鎌一、小林宇一郎、瀬古龍雄、田島二郎、田中勇、中川浩一、成瀬輝男、藤井郁夫、村上温、村上昌彦、吉川文夫の各氏、京都大学土木系教室図書室、交通博物館、南海電気鉄道（廉林光夫、鈴木康夫）、長野電鉄（恩田泰造、田中守）、東京電力猪苗代電力所、鉄道総合技術研究所、JR東日本東京地域本社（片寄紀雄）、同東京構検センター（賀田英世）、同長野支社長野土木技術センター、JR東海名古屋構検センター、JR西日本大阪構検センターの各機関・各氏。

参考文献

- 1) 日本橋梁建設協会『日本の橋』、朝倉書店、1984.6
- 2) 松村博『大阪の橋』、松籟社、1987.5.
- 3) 日本国鉄道『日本国有鉄道百年史』、第2巻、1970.4.
- 4) 九州旅客鉄道『鉄輪の轍き』（九州の鉄道100年記念誌）、九州旅客鉄道、1989.10.
- 5) 吉沢まこと「フランツ・バルツァーとその時代の鉄道人」、島秀雄編『東京駅誕生』、鹿島出版会、1990.6. 所収、p.206.
- 6) 西野・小西・渕上「日本における鉄道用レールの変遷」第2回日本土木史研究発表会論文集、1982.6. p.30-37.
- 7) Georg Mehrtens:Der Deutsche Brückenbau im XIX. Jahrhundert, Z. V. D. I. Band. 44, 1900;復刻版,
- VDI-Verlag, 1984, p. 92-131.
- 8) 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、鉄道大臣官房研究所、1934
- 9) 小西・西野・渕上「明治時代に製作された鉄道トラス橋の歴史と現状（第3報）ドイツ系トラス桁」、第7回日本土木史研究発表会論文集、1987.6. p. 199-206.
- 10) 日本工業会編『明治工業史』、鉄道篇、日本工業会、1926. p. 514.
- 11) 日本国鉄道九州総局編『九州の鉄道の歩み』、日本国有鉄道九州総局、1973.1. p. 19.
- 12) 明治27年7月31日現在『全国各鉄道橋梁及び隧道明細表』、鉄道局、p. 65-74.
- 13) 大井田瑞足「千歳川橋梁鉄桁架換工事概要」、帝国鉄道協会会報、15, 1914. p. 352-368.
- 14) M. Foerster:Taschenbuch für Bauingenieure, 4. Aufl., Verlag von Julius Springer, 1921, p. 1872-3.
- 15) 『筑後川橋梁鉄桁架換工事写真帖』、（発行所、年月の記載なし）
- 16) 西村俊夫「国鉄トラス橋総覧」、鉄道技術研究資料、14-12, 1957.12.
- 17) 守田久盛・神谷牧夫『鉄道路線変せん史探訪IV 九州の鉄道 100年』、吉井書店、1989.2. p. 19, p. 60
- 18) 前出 8), p. 57.
- 19) 前出14), p. 1872.
- 20) 前出14), p. 1866.
- 21) 和久田康雄「山鹿温泉鉄道」、鉄道ピクトリアル、No. 253, 1971.7.
- 22) 前出15), 写真24の説明.
- 23) 前出 7), p. 83-86.
- 24) 前出 7), p. 102.
- 25) 「Instructions for the Election of Link Bridges, Society Harkort System」、帝国鉄道協会会報、2, 1900, p. 391-402.
- 26) The Harkort Co. "The Harkort System of Pin Bridges" 1900年頃、同社、p. 40.
- 27) 南海電気鉄道所蔵図面
- 28) 西村俊夫「ピン結合トラス橋の変状とその対策」、鉄道技術研究報告、鉄道技術研究所、No. 483, 1965.7.,
- 29) 長野電鉄所蔵図面
- 30) 那波光雄「鉄道渡に就て」、土木学会誌、12-2, 1926.4. p. 343-358.
- 31) 別子銅山記念館所蔵図面
- 32) 大塚孝「九州のトラス橋のルーツをたずねて＜九州鉄道とボーストリングトラス橋＞」、下工、38, 下関工事局、1981.3.
- 33) 鉄道省工務局『橋桁ノ強度』、1926.5. p. 41-8.

ドイツ製鉄道トラス桁一覧表

表の説明

1)鉄道名は最終年でのものを記す。旧国鉄、現JRは省略する。道路橋の場合は県名、都市名を記す。

2)廃間は廃止の場合を除き現在のものを記す。

3)連数の前の # は転用、##は再転用であることを示す。

連数の次のPは下弦材がフラットバーであることを、eはアイバーであることを示す。

連数の次にFも eもないものは不明のものである。-Fは改道によってフラットバーとなったものである。

ハイフンの後の記号は S: 短縮改道、H: 道路橋に改道（主構間隔は原橋のまま）、WH: 道路橋に改道（主構間隔を広げたもの）、M: 可動橋に改道。

4)撤去（廃止）欄：()は廃止年月を示す。

表1 ウニオン製 ポニー・プラットトラス（支間32.0m, 製作6連, 転用5連, 現存1連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2101	鹿児島本線	九州鉄道	鳥栖-肥前旭	旭川(上り)	1	1889.12	1914頃	
2102	鹿児島本線	九州鉄道	肥前旭-久留米	千歳川(上り)	5	1890.3	1914.1	
2111	山鹿温泉鉄道	鹿本鉄道	分田-来民	菊池川	#4	1920.8	(1960.11)	千歳川より
2112	佐賀県				#1-H	1914頃	不明	千歳川より
2121	(保存展示)	熊本県植木町	(旧菊池川)	#1-S	1970's	現存		菊池川より

表2 ウニオン製 プラットトラス（支間47.3m, 製作4連, 転用0連, 現存0連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2201	鹿児島本線	九州鉄道	肥前旭-久留米	千歳川(上り)	4	1890.3	1913.12	

表3 ハーコート製 ポニー・ポーランドリングワーレントラス（支間31.85m, 製作45連, 転用35連, 現存7連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2301	鹿児島本線	九州鉄道	赤間-東郷	釣川(上り)	1F	1890.9	1916	斜角右40° 33'
2302	鹿児島本線	九州鉄道	水巻-遠賀川	遠賀川(上り)	4F	1891.2	1911	
2303	鹿児島本線	九州鉄道	荒木-西牟田	荒木川	1F	1891.4	1916頃	
2304	鹿児島本線	九州鉄道	玉名-肥後伊倉	繁根木川	1F	1891.7	1916頃	
2305	鹿児島本線	九州鉄道	玉名-肥後伊倉	高瀬川	4F	1891.7	1916頃	
2306	鹿児島本線	九州鉄道	上熊本-熊本	第4井芹川	1F	1891.7	1915頃	
2307	長崎本線	九州鉄道	三田川-神埼	田手川	1F	1891.8	1916	
2308	長崎本線	九州鉄道	神埼-伊賀屋	城原川	1F	1891.8	1916頃	
2309	鹿児島本線	九州鉄道	熊本-川尻	白川	4e	1894.8	1920頃	
2310	鹿児島本線	九州鉄道	川尻-宇土	加勢川	2e	1895.1	1920頃	
2311	鹿児島本線	九州鉄道	川尻-宇土	綾川	1e	1895.1	1921頃	
2312	長崎本線	九州鉄道	佐賀-鍋島	田布施川	1e	1895.5	1915	
2313	長崎本線	九州鉄道	鍋島-久保田	嘉瀬川	3e	1895.5	1920	
2314	長崎本線	九州鉄道	牛津-肥前山口	多久川	1e	1895.5	1916	
2315	田川線	豊州鉄道	行橋-豊津	今川	4e	1895.8	1925.11	
2316	田川線	豊州鉄道	豊津-原川	高屋川	1e	1895.8	1926.2	
2317	田川線	豊州鉄道	原川-崎山	喜多良川	1e	1895.8	1924頃	
2318	田川線	豊州鉄道	崎山-油須原	第4今川	1e	1895.8	19--	
2319	田川線	豊州鉄道	田川伊田樋内	彦山川	2e	1895.8	1926.5	
2320	鹿児島本線	九州鉄道	小川-有佐	氷川	1e	1896.11	1921頃	
2321	日豊本線	豊州鉄道	行橋-新田原	今川	4e	1897.9	1924.3	
2322	日豊本線	豊州鉄道	三毛門-中津	佐井川	1e	1897.9	1925.8	
2323	大村線	九州鉄道	川棚-小串郷	川棚川	1e	1898.1	1924.1	1934年まで長崎本線
2324	鹿児島本線	九州鉄道	門司港-外浜	門司川	1e	1901	19--	
2325	鹿児島本線	鉄道庁	黒崎-折尾	金山川(上り)	1	1908.7	1917	斜角左59°
2326	室木線	鉄道庁	遠賀川樋内	新川	1	1908.7	19--	斜角左50°
2331	山陽電気鉄道	長州鉄道	大坪八幡-金比羅大坪跨線橋	#1F	1914.4	(1971.2)	現存・撤去予定、(壠生)	
2332	東武鬼怒川線	下野鐵道	今市-大谷向	大谷川	#8F,e	1919	1966	
2333	防石鉄道	防石鉄道	沖ノ原-堀	島地川	#2	1920.9	(1964)	
2334	豊肥本線	鉄道省	大飼-蒼尾	第2大野川	#1F	1921.3	1939	
2335	上田丸子電鉄 丸子線	丸子鉄道	大屋-信濃石井	千曲川	#2e	1928	(1939.4)	水害復旧時の増連
2336	大分交通 耶馬渓線	耶馬渓	洞門-羅漢寺	第1山国川	#1	1929	(1971)	斜橋(左)
2337	貝島炭坑専用	貝島炭坑		犬鳴川	#1e	19--	(1976)	
2338	貝島炭坑専用 (長崎市内)	貝島炭坑		犬鳴川	#1e	19--	不明	
2339	(長崎市内)		(不明)	#1e	19--	不明		
2351	関森航路	鉄道院	小森江機橋	小森江第1可動	#1F-M	1919	1942	
2352	関森航路	鉄道省	小森江機橋	小森江第2可動	#1F-M	1922	1942	
2361	長岡市市道	鉄道省	(旧長岡操車場)	第2上条市道跨	#2e-WH	1931頃	現用	
2362	川崎市市道	鉄道省	(旧新鶴見操車場)	小倉跨	#7e-WH	1929頃	19--	
2363	川崎市市道	鉄道省	(旧新鶴見操車場)	御幸跨	#1e-WH	1929頃	19--	
2364	明石市市道	鉄道省	(西明石駅)	小久保跨	#2e-H	1930.3	現用	
2365	鳥栖市市道	鉄道省	(旧鳥栖操車場)	--跨	#2e-WH	19--	19--	
2371	長野県県道	長野県	(大町市)	北葛沢橋	#1e-H	1921	1977頃	
2372	山口県県道	山口県	(德地町)	島地川橋	#2-H	1960's	1981	防石鉄道島地川を改装
2373	上田市市道	上田市	(上田市)	大石橋	#2e-H	1971.3	現用	上田丸子千曲川を改装

表4 ハーコート製 ポニーボーストリングワーレントラス（支間31.50m, 斜角付, 製作2連, 転用0連, 現存0連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2401	鹿児島本線	九州鉄道	遠賀川橋内	新川(上り)	1F	1890.11	1916	斜角左60° 40'
2402	鹿児島本線	九州鉄道	黒崎一折尾	金山川(下り)	1F	1891.2	1917	斜角左59°

表5 ハーコート製 ポーストリングプラットトラス（支間47.25m, 製作14連, 転用13連, 現存2連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2501	鹿児島本線	九州鉄道	水巻一遠賀川	遠賀川(上り)	5F	1891.2	1911	
2502	鹿児島本線	九州鉄道	船小屋一瀬高	矢部川	2F	1891.4	1916頃	
2503	鹿児島本線	九州鉄道	玉名一肥後伊倉	高瀬川	4F	1891.7	1916頃	
2504	鹿児島本線	九州鉄道	川尻一宇土	加勢川	1e	1895.1	1919頃	
2505	鹿児島本線	九州鉄道	川尻一宇土	森川	1e	1895.1	1921頃	
2506	鹿児島本線	九州鉄道	川尻一宇土	浜戸川	1e	1895.1	1919頃	
2511	足尾線	足尾鉄道	間藤一足尾木山	出川	#1F	1914	1953	
2512	足尾線	足尾鉄道	間藤一足尾木山	第2松木川	#1F	1914	1953,	
2513	東武鬼怒川線	下野軌道	大桑一新高徳	鬼怒川	#2F	1917	1972.11	
2514	東武鬼怒川線	下野軌道	大桑一新高徳	砥川	#1F	1917	1946	
2515	東野鉄道	東野鉄道	大田原一中田原	蛇尾川	#1F	1918	1968	
2516	豊肥本線	鉄道省	犬飼一菅尾	第2大野川	#1F-R	1921	1939	補強
2517	東京電力猪苗代第1発電所	東京電燈	(福島県)	更科橋(日橋川)	#1F	1921?	1987頃	
	専用軌道							
2518	東京電力猪苗代第4発電所	東京電燈	(福島県)	切立橋(日橋川)	#1F	1921	現用	
	専用軌道							
2519	烏山線	鉄道省	大金一小塙	荒川	#1	1923	1953	
2520	南海電気鉄道	高野鉄道	橋本一紀伊清水	紀ノ川	#1-F	1924	1969.4	
2531	長野電鉄	河東鉄道	井上一須坂	市川(百々川)	#1-S	1922	1974	下弦材取替, 上弦材補強 両端パネルを撤去して短縮 支間36.75m
2541	稲沢市市道	鉄道省		陸田跨線橋	#1e-H	1923頃	現用	旧稲沢操車場,
2542	直方市市道	鉄道省		一一跨線橋	#1F-WH	1942頃	19--	直方駅, 第2大野川より

表6 ハーコート製 ポーストリングプラットトラス（支間62.37m, 製作1連, 転用1連, 現存0連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2601	田川線	豊州鉄道	崎山一油須原	第2今川	1e	1895.8	1926	
2611	京福井支社	永平寺鉄道	鳴鹿一東古市	九頭龍川	#1e	1929.12	(1969.9)	

表7 ハーコート製 ポーストリングワーレントラス（支間48.0m, 製作1連, 現存1連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2701	足尾銅山専用電気軌道	古河鉱業	(足尾町)	古河橋(松木川)	1FH	1891.1	現用	

表8 ハーコート製 ポーストリングワーレントラス（支間39.63m, 製作1連, 現存1連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2801	別子鉱山鉄道	住友金属	端出場附近	足谷川	1e	1893.5	(1977.1)現存	斜角右60°, 国領川

表9 ハーコート製 上路ワーレントラス（支間25.4m, リベット結合, 製作2連, 現用2連）

番号	鉄道名線名	旧鉄道名	駅間	橋梁名	連数	開通	撤去(廃止)	備考
2901	中央本線	甲武鉄道	水道橋一飯田橋	小石川(緩行)	2線*1	1904	現用	