

## イギリスにおける初期の鉄道構造物の歴史を辿る⑦

■このシリーズの2016年12月号までは協会誌をご覧ください。

# 木造橋梁の建設とその改築：その4 (ブルネルによるコーンウォール鉄道の木造橋梁－1)

国士館大学 名誉教授

岡田 勝也  
OKADA Katsuya

## 1. まえがき

鉄道初期の木造橋梁の建設とその改築シリーズ⑥～⑦の“その4”⑦は、ブルネルが木造橋梁を系統的に多用したコーンウォール鉄道の木造橋梁について紹介したい。

なお、このシリーズに関連する都市と構造物のイギリスにおける位置概念図はシリーズ⑥の図-1に、デヴォンシアとコーンウォールを中心としたブルネルの木造橋梁の位置図はシリーズ⑦の図-2に示した。

## 2. コーンウォール鉄道 (Cornwall Railway)

### (1) コーンウォール鉄道の建設

ロンドンからファルマス (Falmouth) を結ぶ鉄道計画は1835年に遡る。当時ファルマスは郵便船 (Post Office Packet Service) の重要な港であったが、この鉄道計画は断ち切れになった。

その4年後の1839年、デヴォン (Devon) のプリマス (Plymouth) からファルマスを結ぶコーンウォール鉄道が設立され、1846年に2,140mm (7ft0.25in) の広軌規格の鉄道として認可を受けた。工事は始まったものの、資金事情から、1848～52年の間は工事を中断せざるを得なかった。しかし、大工事となったサルタシュ (Saltash) のロイヤル・アルバート・ブリッジ (Royal Albert Bridge) の完成とともに、プリマスとトロアロウ (Truro) 間 (86.1km (53.5mi)) が1859年に開業した。

残るトロアロウとファルマス間の建設は、建設資金の枯渇で一時中断されていたが、グレート・ウェスタン鉄道、ブリストル・アンド・エクセター鉄道とサウス・デヴォン鉄道の支援を取り付けて1861年に工事が再開され、1863年に開通した。

1867年ウェスト・コーンウォール鉄道が広軌に改軌したのを機にトロアロウとファルマス間は支線とな

り、ロンドン・パディントン (Paddington) 駅からの直通列車はペンザンス (Penzance) 行きとなった。

ブリストル・アンド・エクセター鉄道とサウス・デヴォン鉄道は1876年にグレート・ウェスタン鉄道と合併したが、コーンウォール鉄道の合併は1889年であった。

### (2) コーンウォール鉄道の木造橋梁の建設

#### a) 木造橋梁の建設の概要

コーンウォール鉄道の沿線もウェスト・コーンウォール鉄道と同様、平坦な地形は乏しく、多くの丘陵や渓谷を横断せねばならなかった。コーンウォール鉄道の建設資金が乏しい関係から、工事費の安い木造橋梁が設計された。

コーンウォール鉄道のプリマスとトロアロウ間では34の木造高架橋が建設された。これらの木造高架橋に対するブルネルの設計概念は、ウェスト・コーンウォール鉄道と同様ではあったが、一つだけ大きな違いがあった。それは、ウェスト・コーンウォール鉄道では木造橋脚を基本としたが、コーンウォール鉄道では木造上部工に対して石造橋脚を用いたことである。

ブルネルはできる限り高架橋を標準設計で建設することにした。コーンウォール鉄道の高架橋の橋脚は、基本的には、約20.1m (66ft) 間隔とし、レール・レベルより10.0m (33ft) 以下の高さとした。橋脚の頂部は、ほとんどの場合、6.7m × 1.8m (22ft × 6ft) とし、デッキを支持するのは0.6m × 0.3m (2ft × 1ft) の4組の扇 (ファン) 型木造構造、クラス1: CLB4が基本タイプとされた。材木はイエロー・パイン (yellow pine) が使用された。

しかし、ウェストン・ミル (Weston Mill)、セント・ジャーマン (St. German) など7高架橋は、深さ22m (70ft) に及ぶクリークの粘性土地盤を横断する必要があったので、上部工だけでなく、橋脚も木造構造とした。これらのうち5高架橋は、1908年の約0.8km (0.5mi) の北側へのルート変更によって、廃棄された。この新線区間には3つの石造アーチ高架橋が新たに建設され



写真-1 ウェストン・ミル高架橋の木造橋脚の跡。手前に現在の橋梁がある。



写真-2 ウェストン・ミル高架橋のプリムス方を見る。木造橋梁は、左(上り線)方にあった。

た<sup>21)</sup>。34の木造高架橋のうち、上述の廃棄された5橋を除く高架橋は、1875～1908年にかけて鉄製あるいは石造橋梁に順次取り替えられた。

一方、トロアロウとファルマス間の建設には、1859年のブルネルの死去を受けて、ブレトン(Robert Brereton)が力を発揮した。彼はブルネルの設計思想を引き継ぎ、石造橋脚の間隔を17.7～18.0m(58ft～59ft)あるいは19.8～20.1m(65ft～66ft)、4組の扇型木材構造、クラス1:CLB4とした。この区間では8橋の木造高架橋が建設されたが、そのうち4橋は1923年～33年に盛土に、残りは1927～34年に石造アーチ高架橋に取り替えられた。

#### b) ウェストン・ミル(Weston Mill) 高架橋

ウェストン・ミル・レイク(Weston Mill Lake)を横断する延長362m(1188ft)、最大高さ14m(46ft)のウェストン・ミル高架橋は、クラス2:QTTの上部工を有し、29基の木造橋脚に支持された。これら橋脚のうち、

ペンザンス方の端部では石造の台座が設置された(写真-1)が、残りは木杭となっている。

1880年にマーガリィ(Margary)は、“泥土の下の杭は長年にわたって健全性を保つてであろう。しかし、泥土の上の材木は大幅に交換する時が来るであろう。”と述べている。この地方の涼しい環境条件と泥土内の酸素の欠乏により木材の腐食が進行しないからであろう。彼はこの高架橋のリニューアルの方法を提案したが、修復は行われなかった。

1899年になって、木造高架橋を新しい高架橋に取り換える工事が始まった。ウェストン・ミル・レイクの中央部では円柱のケーソン橋脚に支持された鋼製曲弦トラス橋が、両端部では石造橋台を有する3連レンガアーチ橋が建設され、1903年に開業した<sup>21)</sup>(写真-2)。新高架橋は、木造高架橋の西側に設置され、レール・レベルは約4.6m(15ft)高くなった<sup>42)</sup>。

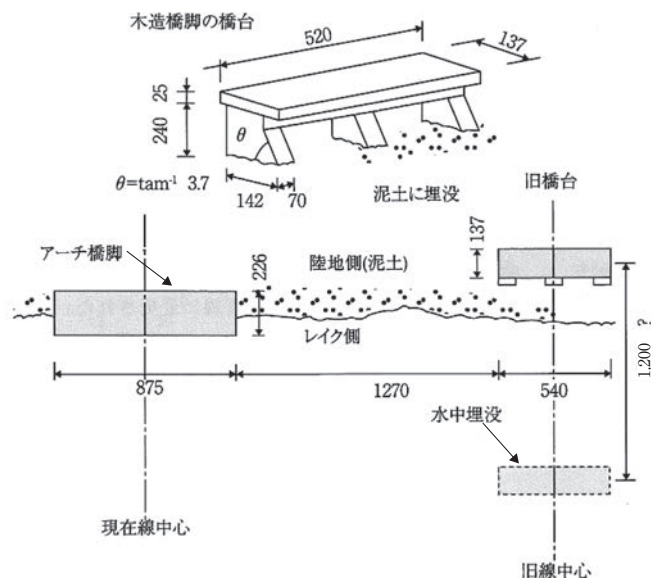


図-1 ウェストン・ミル高架橋の橋脚断面の現地測量図

図-1は、現地測量によって描いたペンザンス方の干潮部にある新旧橋脚の位置を示したものである。新旧橋脚の線間中心間距離は19.78mである。旧橋脚の幅は5.40m×1.37mに対して、新しいアーチ橋の橋脚幅は8.75m×2.26mと大きくなっている。旧橋脚が残存するのは、図に示す1カ所のみで、ウェストン・ミル・レイクの水中にも石積み橋脚の跡らしいものが見えるが、確かでない。

#### c) ボリト(Bolitho) 高架橋とリスカード(Liskeard) 高架橋

リスカードに入る手前で2つの大きな高架橋：ボリト高架橋とリスカード高架橋を通過する(写真-3)。これらの高架橋の位置概念図を図-2に示した。



写真-3 リスカード高架橋の右(プリムス方)には、ポリド高架橋の石造アーチ橋が小さく望まれる。

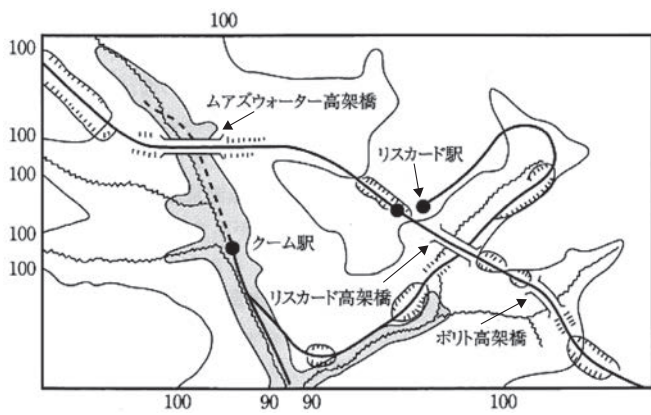


図-2 ポリド高架橋、リスカード高架橋とムアズウォーター高架橋を含む概略地形図



写真-4 ムアズウォーター高架橋を見上げる。手前(下り線側)の橋脚は木造高架橋を支持した石造橋脚の跡。石造橋脚には4段のゴシック・アーチが割り貫かれている。

前者のポリド高架橋は、全長162m(182yd)、タイプはクラス1:CLB4で、イースト・ローエ(East Looe)川の深い谷を横断する6基の石造橋脚と両端部は盛土を支持とする曲線高架橋で、1858年に完成した。しか

し、まもなく高架橋は北方向に傾斜し始め、維持費が増大し始めた。そのために、石造アーチ橋に置き換える計画が持ち上がった。

新しい高架橋の用地買収に手間取り、結局は、この会社の用地内で高架橋を施工することになった。新しい高架橋の中心が旧高架橋の2本柱の中心にほぼ一致するように、新高架橋の外側の半分をまず施工し、その後、旧高架橋を壊して残る半分の新高架橋を建設して、複線広軌の石造アーチ橋を完成させることになった。1882年に単線が、1896年に複線化が完了した。

後者のリスカード高架橋は、全長が219m(240yd)、タイプはクラス1:CLB4で、11橋脚の扇型ストラットによって支持された。このうち、9橋脚は、谷の底部から立つ石造橋脚と、両端の橋脚は盛土の盛りこぼし上の石造台座からなる。高架橋の高さは45.7m(150ft)で、コンウォール鉄道の木造高架橋の中では一番背が高い。

1880年に木造上部工を錬鉄桁で受け替える計画が持ち上がり、そのために橋脚を錬鉄桁の支承まで杠上することになった。しかし、実際に施工が始まったのは1893年のことであった。単線の木造構造に対して、橋脚は錬鉄桁の2つの主桁を受けるに十分な幅があったことは幸いした。単線の受け替え工事は1894年に完成し、1896年には複線化が完了した。このラティス錬鉄桁はこれから35年間に渡り供用されたが、大きな腐食を受けたので1929年には鋼鉄構造にとり替わった。

#### d) ムアズウォーター (Moorswater) 高架橋

リスカード駅を過ぎると、南西方向に16.6% (1/60)の勾配で下って、ムアズウォーター高架橋に入る。高架橋はレベルであるが、それを過ぎると再び16.6% (1/60)の上り勾配となる。

この高架橋はイースト・ローエ川が開析した大きな谷を横断するもので、全長は291m(954ft)である。高さは45m(147ft)で、上述のリスカード高架橋に次いで

背の高い。下部工としては、縦列方向に4つのゴシック・アーチの開口部を有する11基のバットレス橋脚と、橋梁両端部盛土の盛りこぼし上の石造台座からなる。これらの上に架設された15スパンの木造上部工は、クラス1：CLB4の扇型構造で、1858年に完成した<sup>42)</sup>。

図-3は、ムアズウォーター高架橋の最も背の高い橋脚の立面図と断面図を描いたものである。断面図は現地調査による測量結果から図を起こしたものであり、立面図は当時の写真などをもとに現地測量の結果から寸法を入れたものである。橋脚断面図が示すように、線路方向×線路直角方向の長さは1,050cm×626cmの巨大なバットレス橋脚である。橋脚中央部には線路方向を見渡せる幅122cmのゴシック・アーチが貫通しているが、このアーチの高さは立面図が示すように423cmで、4段とも同じ断面のアーチである。地表面から石造橋脚の天端までの高さは3,393cm、木造上部工の支点からレール・レベルまでの高さは1,088cm、全高は4,481cmである。

扇型の支柱は4本からなり、その支点の位置で隣り合う橋脚間は1本の木造タイ・ビームで連結されていた。しかも扇型支柱の鉛直力は石造橋脚の天端で直接支持されるわけではなく、28cm×19cm(12in×8in)の横断梁で受け替え、それは橋脚の4隅の位置に設置された28cm(12in)角の鉛直木柱によって橋脚フーチング上まで支持力を伝達する構造となっていた。

1860年の記録によれば、このような構造は工事の完成後に付加されたものである。この理由は設計横荷重の増加に橋脚が耐えられなかったからだと考えられている。橋脚は1856年には完成していたが、1858年に2本の橋脚が崩壊し、一連の工事が中断した。このようなトラブルに対して、上述の4本の鉛直木柱が付加されるとともに、隣り合う橋脚間をタイ・ビームで連結

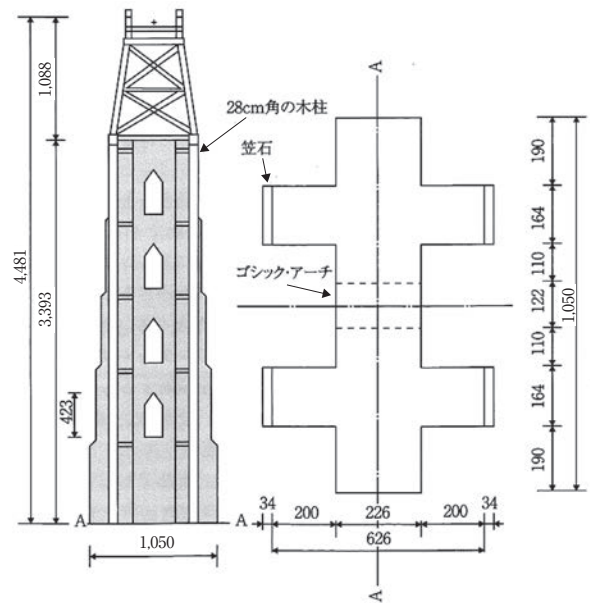


図-3 ムアズウォーター高架橋の橋脚の現地測量図

した補強工事が実施された。

さらに、他の橋脚では基礎の沈下によって橋脚が弱体化したので、石造橋脚の周囲にストラップを施工するなどの補強施工も行われた。

1877年、石造高架橋に置き換えるための測量が行われた。新高架橋はスパン24.4m(80ft)8連アーチ橋で、基礎は地盤を3.7m(12ft)掘削して設置された。

この高架橋に使用された石材は、この高架橋から約5km西にあるウェストウッド(Westwood)採石場からレールで運搬され、インクラインに積み替えて橋脚現場に移し、さらに蒸気運転クレーンで採石を積み上げた。複線標準軌の新高架橋は1881年に開業した(写真-5)。

木造高架橋のルートはリスカードからの反向曲線の中にあり、橋梁自体は半径約500mの円曲線<sup>45)</sup>の中にあっただが、新高架橋の線形は直線に変更された。

### 3. あとがき

鉄道初期に建設された木造橋梁とその改築のシリーズの第4回として、ブルネルによって建設されたサウス・デヴォン鉄道とウェスト・コーンウォール鉄道に引き続いて、コーンウォール鉄道の東区間の橋梁を取り上げた。

今回は、コーンウォール鉄道の西区間の橋梁を紹介する。なお、本文中に引用した文献の詳細は紙面の都合上割愛し、下記の引用文献の文末に示した。

#### <引用文献>

岡田：初期の鉄道構造物の建設と地盤工学の芽生え：その16、木造橋梁の建設と地盤工学の芽生え、国土館大学理工学研究所報告、No.25、2013。



写真-5 ムアズウォーター高架橋の半円形アーチを南から見る。