

第2章 説明

2.a 資産の説明

2.a.1 概要

錦帯橋は、17世紀初頭の日本において頂点を迎えた木造・土木技術によって成立した類い希なアーチ構造と、構造が生み出す機能美及び周囲の自然景観に溶け込む景観美を継承する、世界で最も素晴らしい木造アーチ橋である。

錦帯橋は、山口県岩国市を流れる延長 110.3km、流域面積 889.8 km²の二級河川である錦川に架かる。日本の川は、世界的に見て河床勾配が急なことで知られるが、錦川も、錦帯橋が架かっている地点で 200m という川幅の広さに加えて、一旦洪水が発生すると 7m を超えるほど出水するような暴れ川であったため、大雨時の土砂や流木、洗掘により、当時の日本において一般的であった桁橋は何度も流失していた。

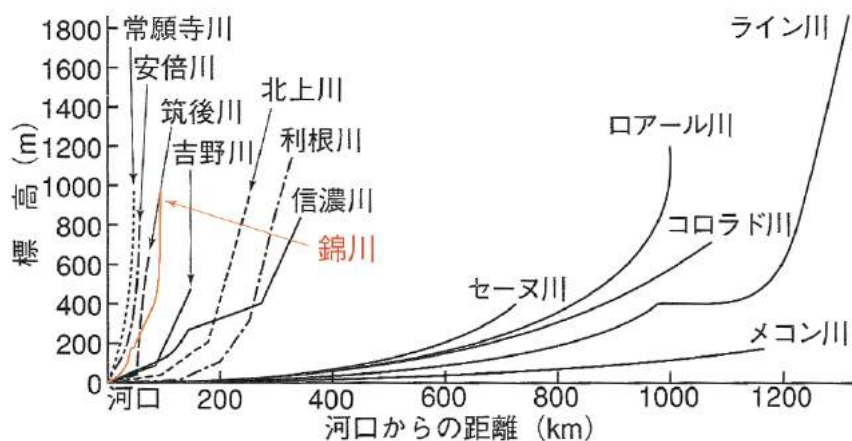


図 2-1 世界の川と日本の川の河床勾配比較
(出典:小林一郎「石橋建設を通して考える錦帯橋の特徴」p10 図 2-1 (『橋の文化誌』に「三浦基弘、岡本義喬:橋の文化誌、雄山閣出版、p.95 (図 32)、1998.」のデータを加筆)

また、石造アーチ橋も、橋脚の数が多すぎ、水が堰き止められることによって氾濫が起こることが予測できることや、強固でない錦川の基礎地盤が石造アーチ橋を支持できない可能性があることから、断念せざるを得なかったと考えられる。このような状況のなか、橋の両岸に形成された城下町を統治し、安定した政務の執行と防御を行うためには、当時の日本で主流であった桁橋や国外から既に日本に紹介されていた石造アーチ橋では実現できなかった、暴れ川においても「流されない橋」の建設が喫緊の課題であった。

第3代領主であった吉川広嘉は、明の帰化僧独立が持参した「西湖遊覧志」に描かれた石造アーチ橋に着想を得、錦川に小島のような頑強な橋脚を造り、そこに橋を架ける多径間アーチ橋という解決策を思いついたとされる。この着想に基づき、延宝元年(1673)、中央の3連木造アーチ橋、両端2つの桁橋、橋脚、橋台、護床工から成る多径間アーチ橋である「錦帯橋」が創建された。この橋は、翌年の洪水で流失するが、同年、すぐに再建された。錦帯橋の木造アーチ橋が有する独自の構造は、猿橋などの、日本国内にあった橋柱を持たない刎橋にヒントを得たと考えられるが、小径木材を使った部材を、位置と角度をずらしながら重ね、ダボや銚(かすがい)、巻金によって一体化することで大きな断面のアーチリブを形成する木造アーチ構造は、「錦帯橋式アーチ構造」と呼ぶべき世

界で唯一の構造となった。

また、錦帯橋を成立させた石積橋脚やアーチ橋の架構技術は、日本の戦国時代を通じて発展してきた築城技術の応用である。身近に入手できる小径木材を用いて、短期間で大構造物を建設する必要に迫られて発展した築城技術が、錦帯橋にも生かされたのである。ローマ人が馬車道を高速道路にしたなど、世界の類型にもみられるように、戦国時代が終焉を迎えた17世紀の日本においても、この人類共通の対応として、川を渡る技術に解答を出したといえる。

また錦帯橋は、木造橋の宿命として木材の腐朽状況に応じた補修と架替が必要であったため、結果として数多くの大工が錦帯橋の架替を経験し、その技術を継承することができた。錦帯橋は、架替えられることで今日まで継承されてきたのである。

錦帯橋は、延宝元年（1673）の創建以降、兩岸の町を結び、この地の繁栄を支えてきた。城下町の政治中枢機能をつないで武士を渡すことに始まり、後に一大景勝地として諸国からの旅人をもてなした。近代以降も、閑静な住宅地の横山と商いで賑わう錦見とを結ぶ橋として長く機能し、観光渡橋だけでなく生活道及び通学路として利用され続けてきた。

大正11年（1922）3月8日、錦帯橋は、史蹟名勝天然記念物保存法によって名勝に指定され、のち昭和18年（1943）8月24日に区域の追加指定がなされている。昭和25年（1950）、文化財保護法施行に伴い改めて名勝に指定された。

【指定説明】

穹窿形ノ奇構ヲ以テ音ニ著ハル五個ノ弯曲セル木橋ヨリ成リ延長約百二十五間上下流ノ河底ニハ各約六十間ノ石礫ヲ敷キ四個ノ石造橋脚ヲ設ケ兩端ノ二橋ニハ柱橋アルモ中ノ三橋ニハ之ヲ用ヒ弯曲ノ度少シク強シ延寶年中ノ創設ニ係リ尔来数々損傷ヲ修メテ舊形ヲ今ニ存ス

昭和25年（1950）に全国各地に被害をもたらしたキジア台風により橋脚が崩れ、橋は流失したが、地域住民の思いに支えられ、錦帯橋式アーチ構造を用いた構造と橋全体の形態をそのままに再建された。

周囲の自然と調和した美しい錦帯橋の姿は、海外にも影響を与えた葛飾北斎や歌川広重などの「浮世絵」に描かれた他、絵画、歌劇など多岐にわたる分野で錦帯橋がモチーフとなっている。

そしてこれらの時代を見守り続けてきた周辺の山々や錦川などの自然景観、城下町に由来する兩岸の町割と町並みの景観は今日まで良好に保全されている。



写真 2-1 錦川を渡る錦帯橋（2009）



写真 2-2 錦帯橋を通過して通学する小学生（2009）

2.a.2 資産の構成

資産は、下図・表に示す通り、アーチ橋（第2～第4橋）、桁橋（第1橋・第5橋）、橋脚、橋台、護床工の5つの要素から成る。

資産の範囲は、「流されない橋」を実現させたすべての要素、すなわち、価値の中心を構成する3連の木造アーチ橋、両端の木造桁橋、これら5橋を支える4基の橋脚及び両岸2基の橋台、河床の洗掘を防ぎ橋脚を補強する護床工の5つの範囲とする。

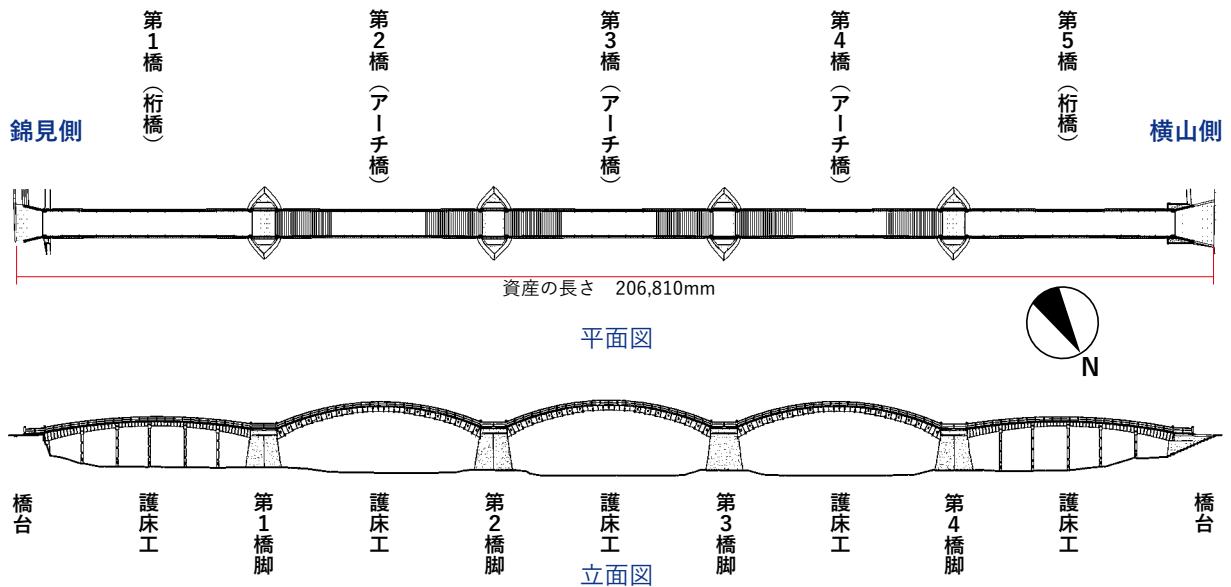


図 2-2 橋梁平面図／立面図

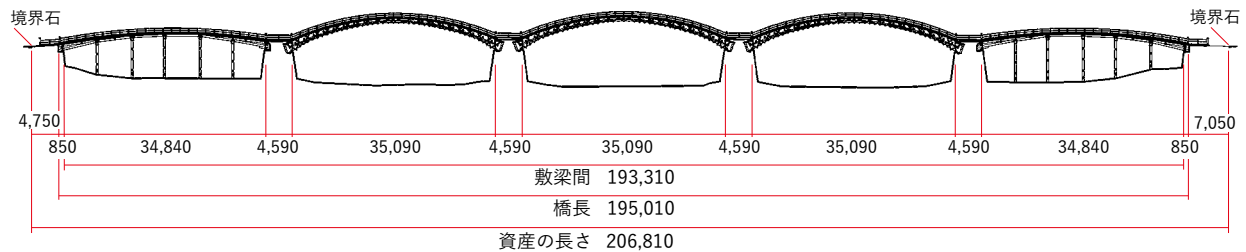


図 2-3 橋梁断面図（単位：mm）

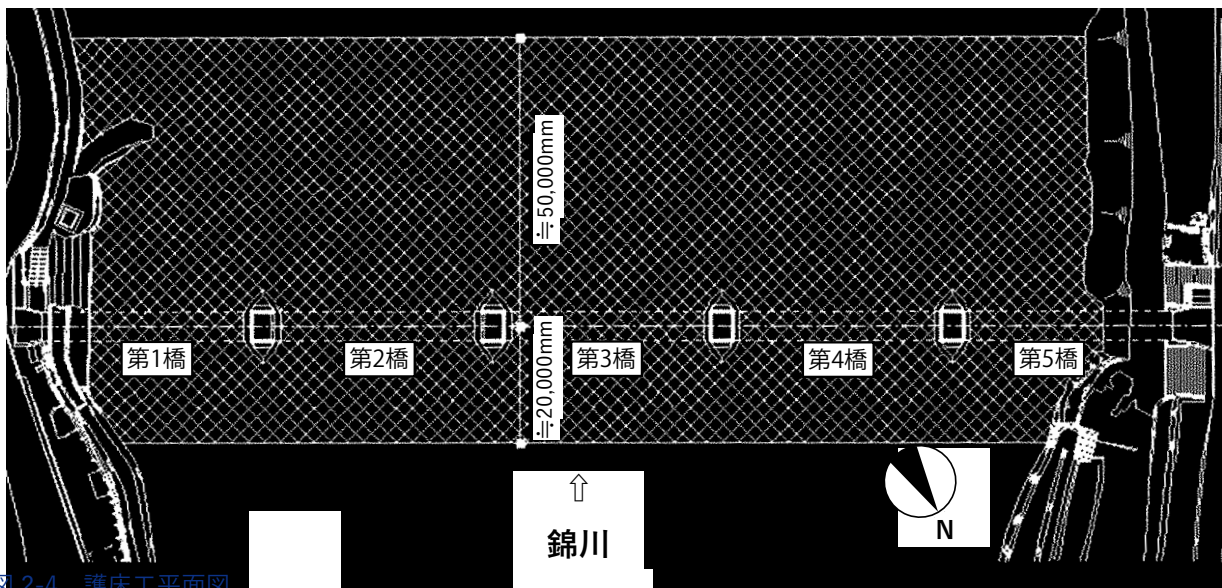


図 2-4 護床工平面図

表 2-1 資産の構成要素

| 要素 | 説明 |
|------|---|
| アーチ橋 | 橋梁で、第 2, 3, 4 橋を構成。錦帯橋式アーチ構造。長さ 35.1m、幅 5m。 |
| 桁橋 | 橋梁で、第 1 及び 5 橋を構成。桁橋。長さ 34.8m、幅 5m。 |
| 橋脚 | 橋梁を支持する部分。鉄筋コンクリート製橋脚（上端部長軸方向幅：10.4m、上端部短軸方向幅：4.6m、高さ：7.4m）及びケーソン基礎（長軸方向幅：8.3m、短軸方向幅：4.5m、高さ：10.0m） |
| 橋台 | 横幅 6.5m、縦幅 7.7m |
| 護床工 | 流水による河床の洗掘防止の目的で施工。上流 20m、下流 50m。 |



写真 2-3 上流の静かな水面に映る錦帯橋「さかさ錦帯」



写真 2-4 下流側の護床工

2.a.3 資産の構成要素

(a) アーチ橋

前述の通り、錦帯橋の中央3橋を構成するアーチ橋は、小径木材を重ねたアーチリブで構成される「錦帯橋式アーチ構造」と呼ぶべき基本的な構造を完成させている。

約35mのアーチリブをつくるために、6寸角（約18cm×約18cm）の細長い部材を5列に重ね、それら部材の先端に「鼻梁」、尻に「後梁」と呼ぶ梁部材を取りつけ、ダボ・巻金・鏝（かすがい）で緊結する。具体的には、半アーチ分の径間に前述の5列の部材が11連ねられ、「一番桁」から「四番桁」と呼ばれる部材までは杓鉄（くつつつ）を支点として、「五番桁」から「十一番桁」と呼ばれる部材までは支点を徐々に中央に跳ねだしながら重ねられ、反対側から同様に伸びてきた部材と「大棟木」「小棟木」により中央で連結されて一つのアーチリブが完成する。

また、「助木」と呼ばれる部材がアーチリブの軸方向応力線上に配置され、アーチリブを補強している他、トラスのラチス部材のように「鞍木」が斜材として配置され、アーチリブ間のせん断力の伝達を補強している。また、5列のアーチリブ間にX形状に配置された「振止め」と呼ばれる部材は、構造的には水平ブレースとして水平剛性を高めている。

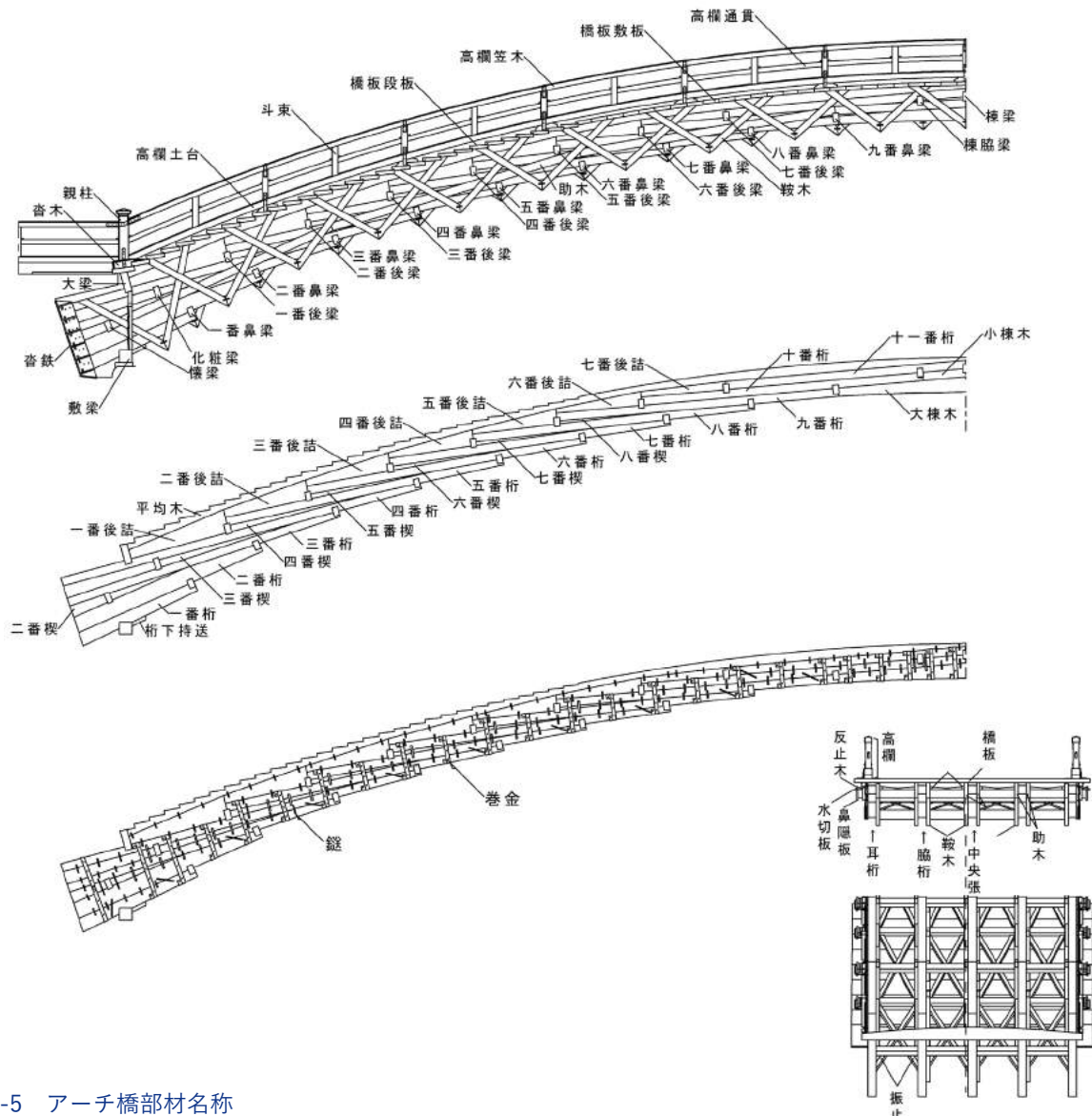


図 2-5 アーチ橋部材名称



写真 2-5 第 2 橋を河原から見上げる

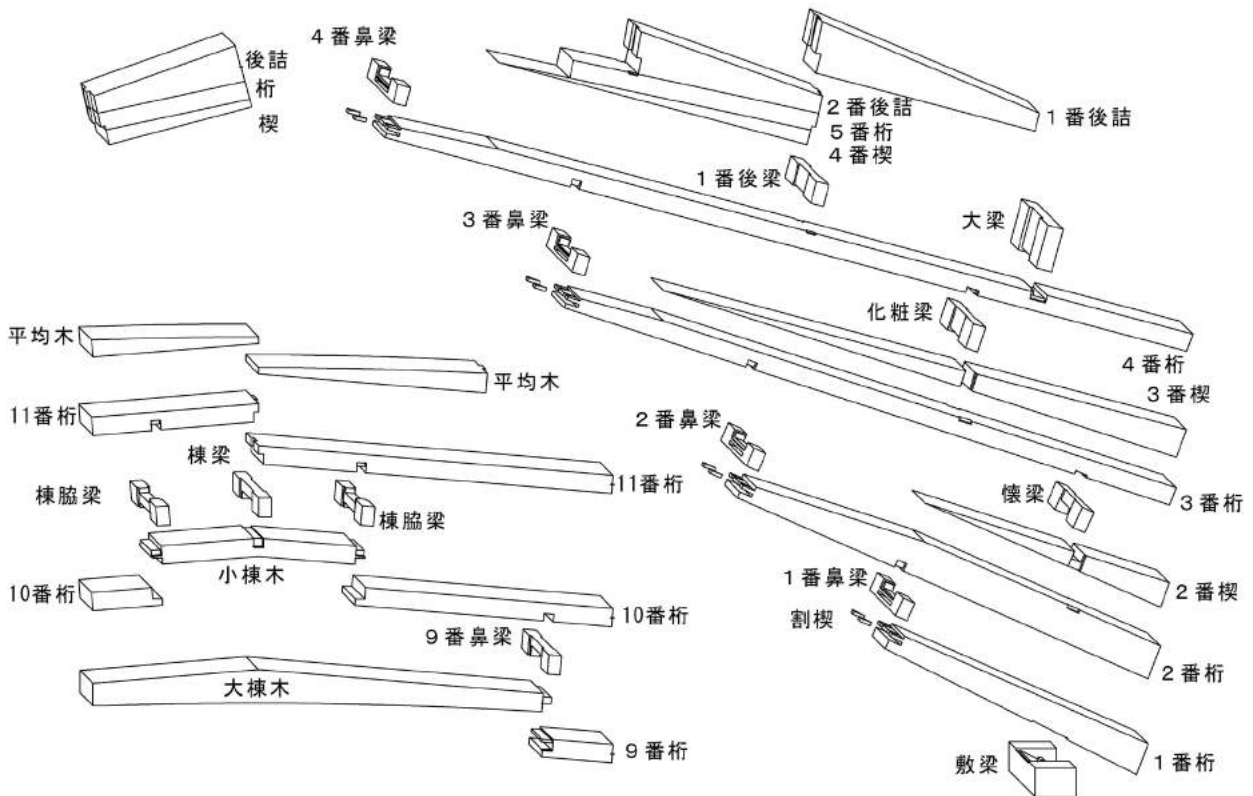
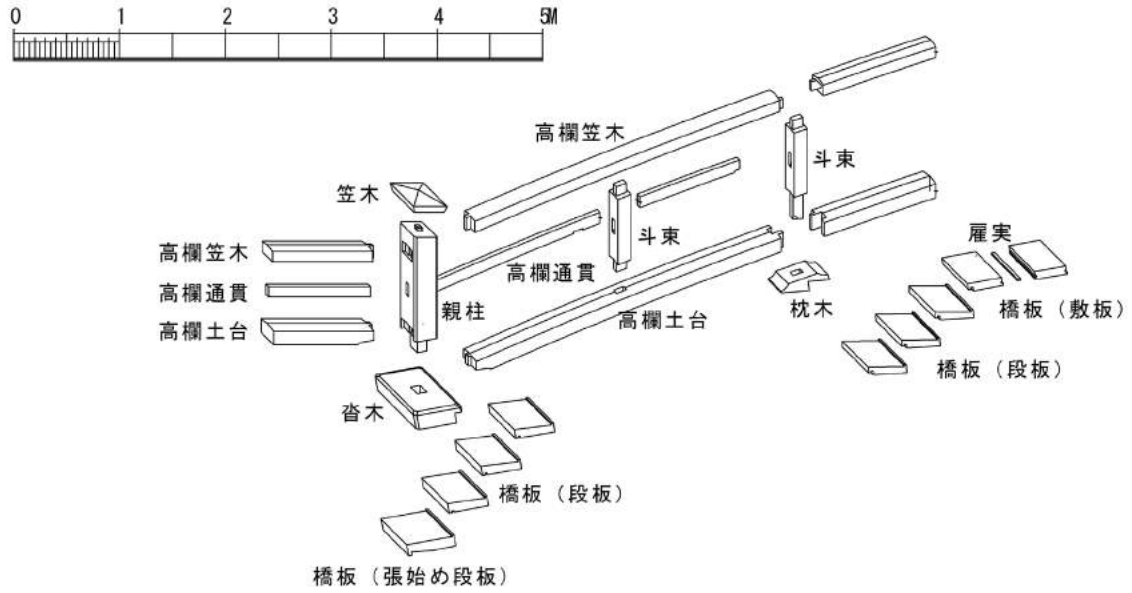


図 2-6 アーチ橋の継手、仕口



写真 2-6 後詰



写真 2-7 重ねた桁材を緊結してアーチリブにする巻金を巻く様子



写真 2-8 平成の架替時（2003-2006 年）の様子



写真 2-9 平成の架替時（2003-2006 年）の様子



写真 2-10 橋板と葎板を設置する前のアーチリブ

(b) 桁橋

両端に位置する第1橋、第5橋は、反りを持った桁橋である。

鳥居状に組み立てられた橋杭、梁、通貫の上に、桁と中桁、重桁が架けられ、それぞれ中梁と束で連結される。重桁の連結中央部には大梁が配置される。また、筋違によって桁通りが調整されている。橋杭、梁、桁は鋸で緊結される。

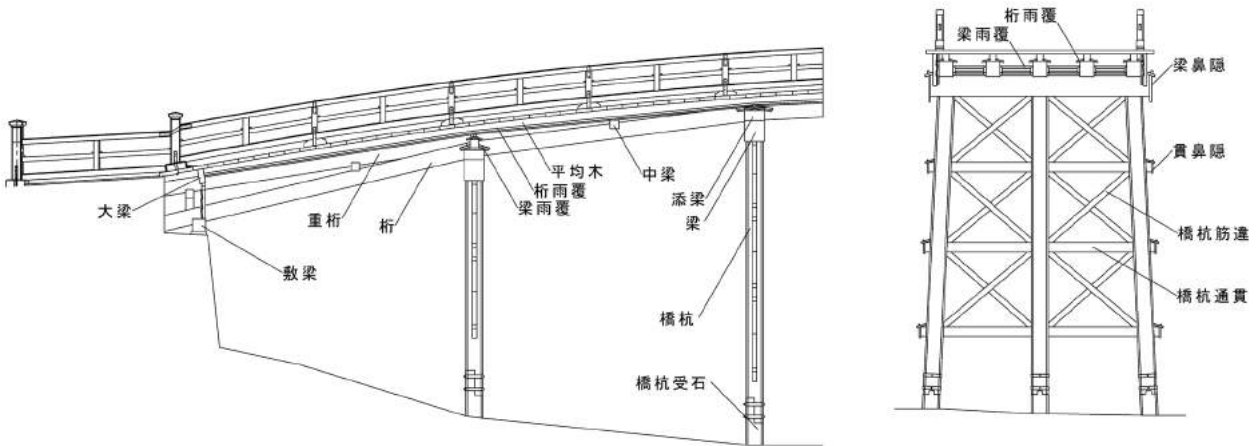


図 2-7 桁橋の部材名称

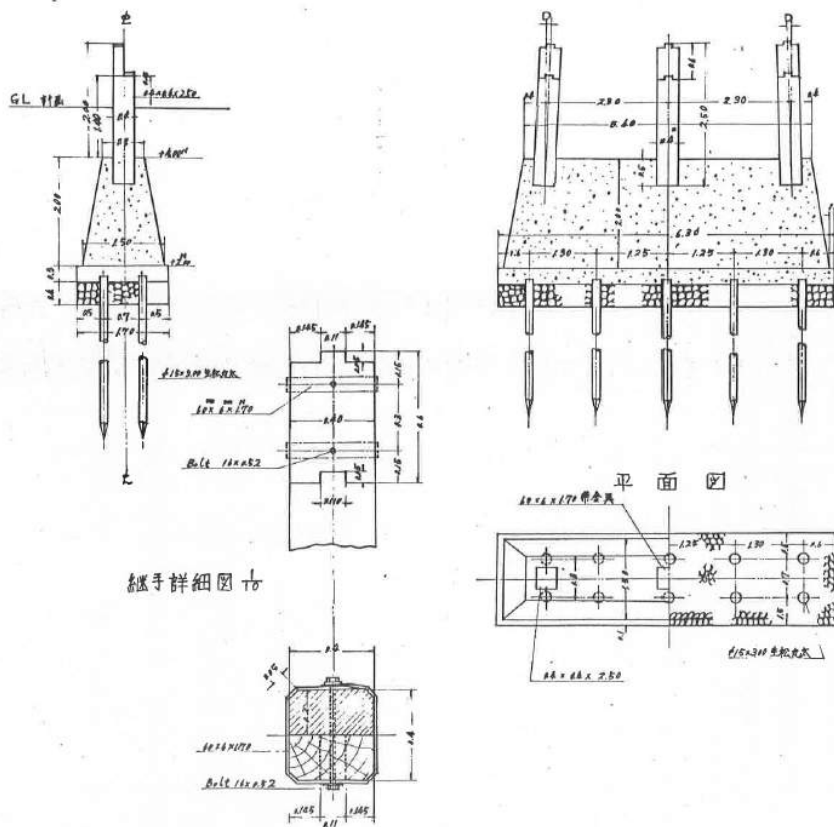


図 2-8 桁橋の基礎図 (出典：昭和の再建図面)

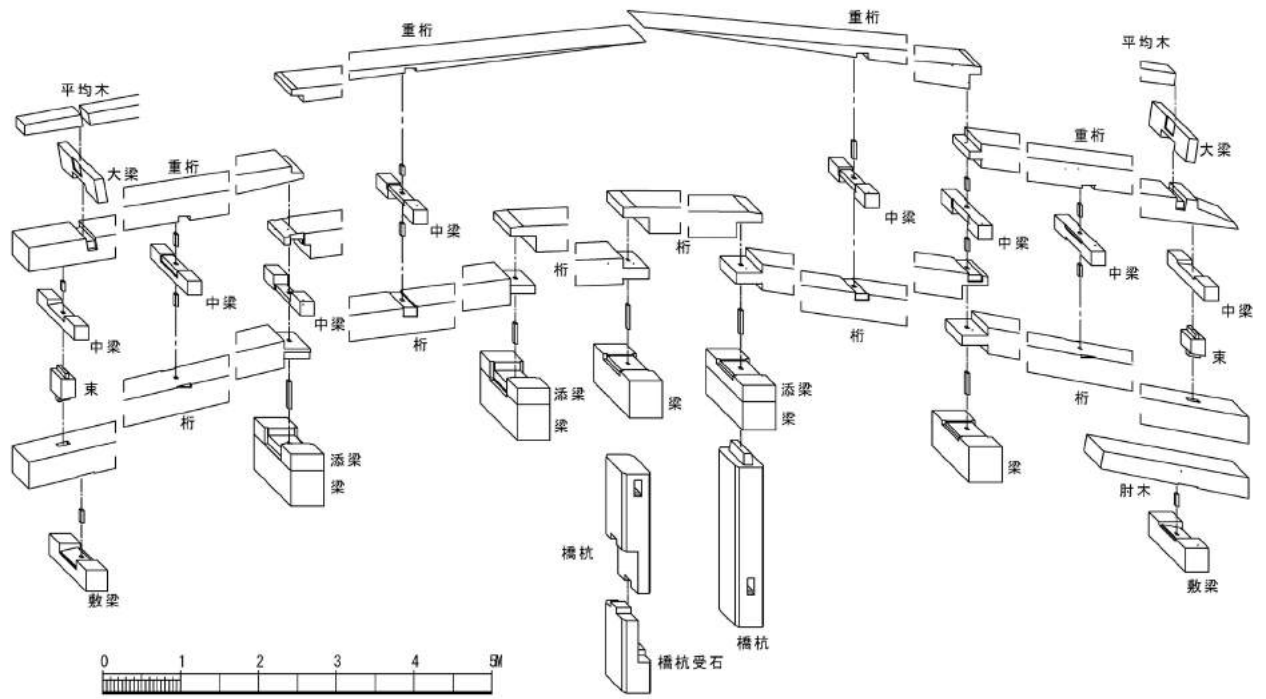


図 2-9 桁橋の継手、仕口

写真 2-11 桁橋を横山側から見る



(c) 橋脚

約 200m の川幅に橋を架けるために 4 つの橋脚を設けている。この橋脚は、水圧を受け流すために最も適した形状として紡錘形をとり、「流されない橋」を実現してきた。

鉄筋コンクリート製のケーソン基礎と鉄筋コンクリート製の橋脚が採用されており、長さ 9.5m、幅 4.5m、深さ 10m の隔壁付き楕円形ケーソンを沈下させ、底部に 1.5m のコンクリートを打ち、内部に栗石を充填させている。基礎の上部は鉄筋コンクリートの心壁とし、外部は平均厚 1.5m の石張りとしている。桁の受け方は、桁受金具（沓鉄）を取り付け、桁尻をはめ込みボルト締めとしている。

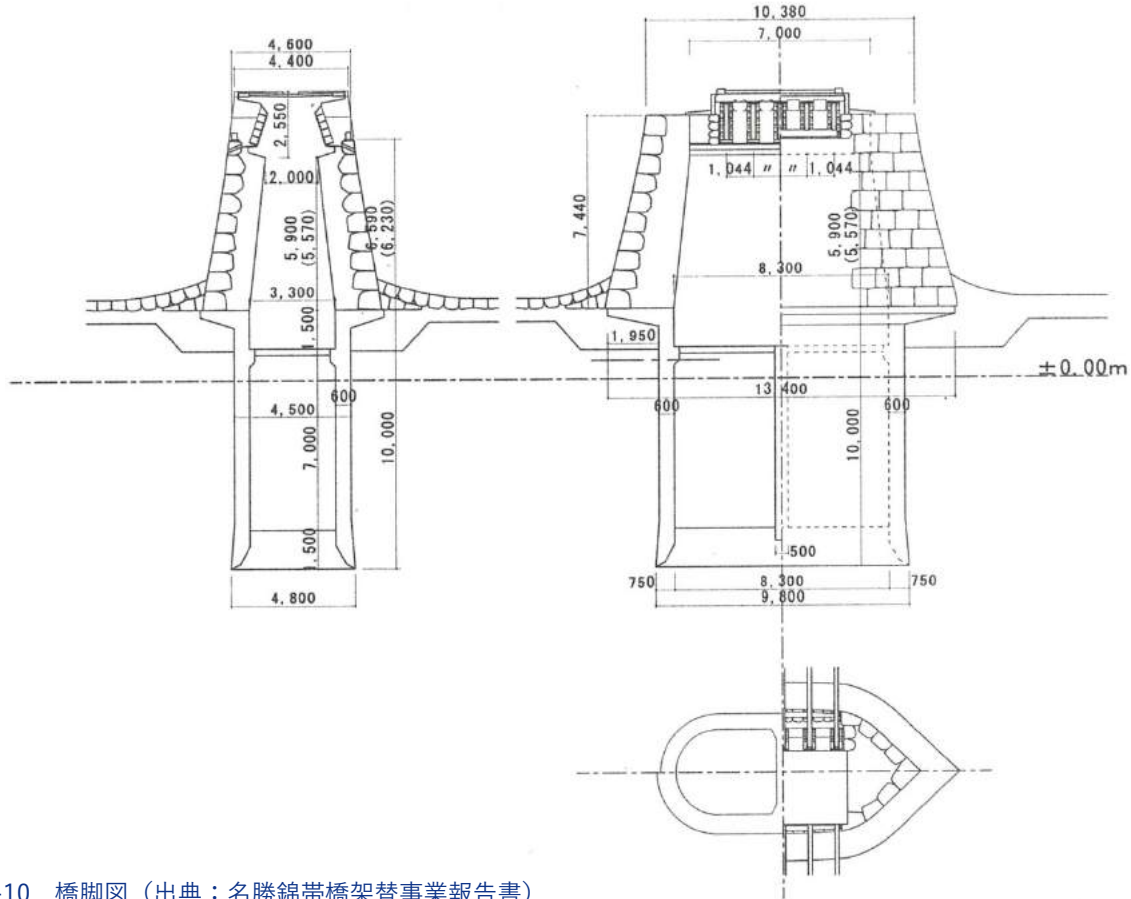


図 2-10 橋脚図（出典：名勝錦帯橋架替事業報告書）

写真 2-12 （奥から）第 1,2,3 橋脚を横山側から見る



(d) 橋台

橋台は、錦帯橋の両側の護岸にあって、第1橋及び第5橋の桁尻を支えている。

栗石を充填した肉厚な鉄筋コンクリート壁で覆われた円柱状の一对の土中基礎の上に、鉄筋コンクリートの床版を架け、地上部擁壁を鉄筋コンクリートで築いた上に同じく鉄筋コンクリートで裏詰めした石積の桁尻受けを配している。さらにそれらコンクリート部が露出しないよう石積風に張石を施し修景している。

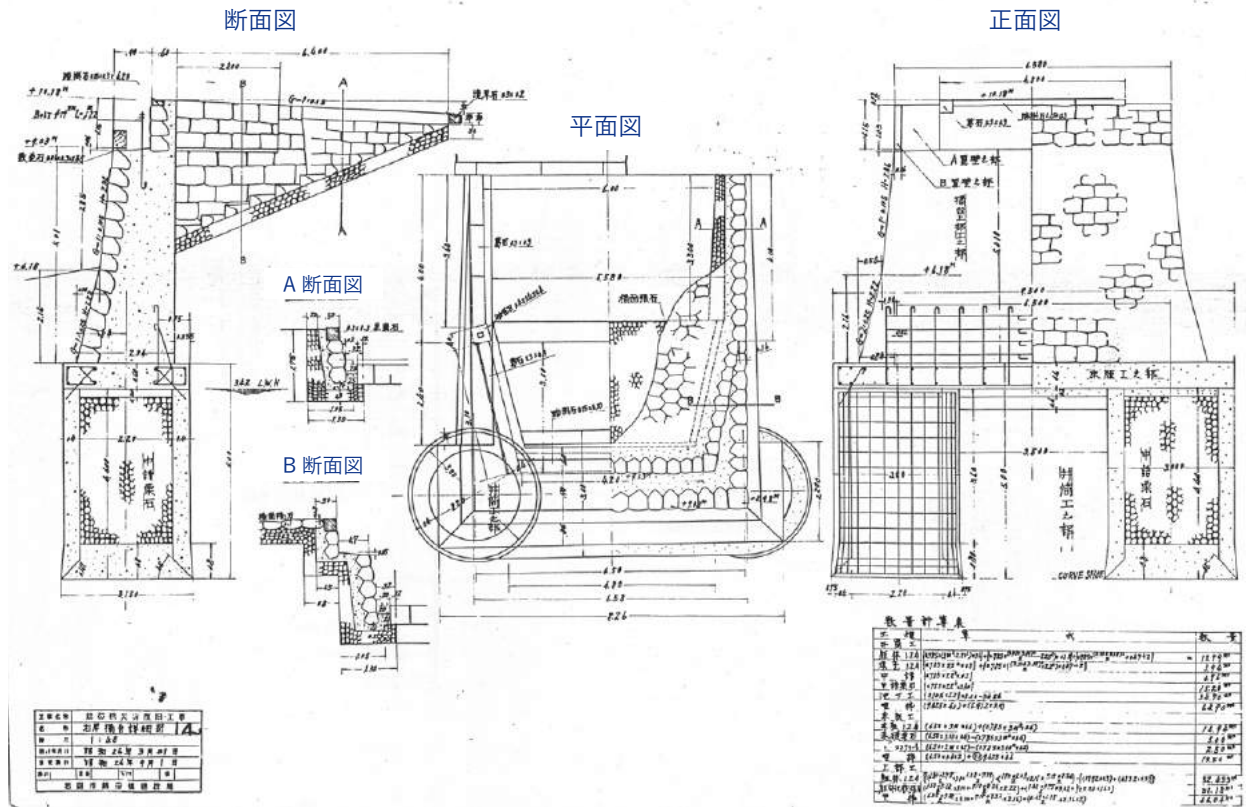


図 2-11 橋台図 (出典：昭和の再建図面)



写真 2-13 錦見側橋台 (上流から)

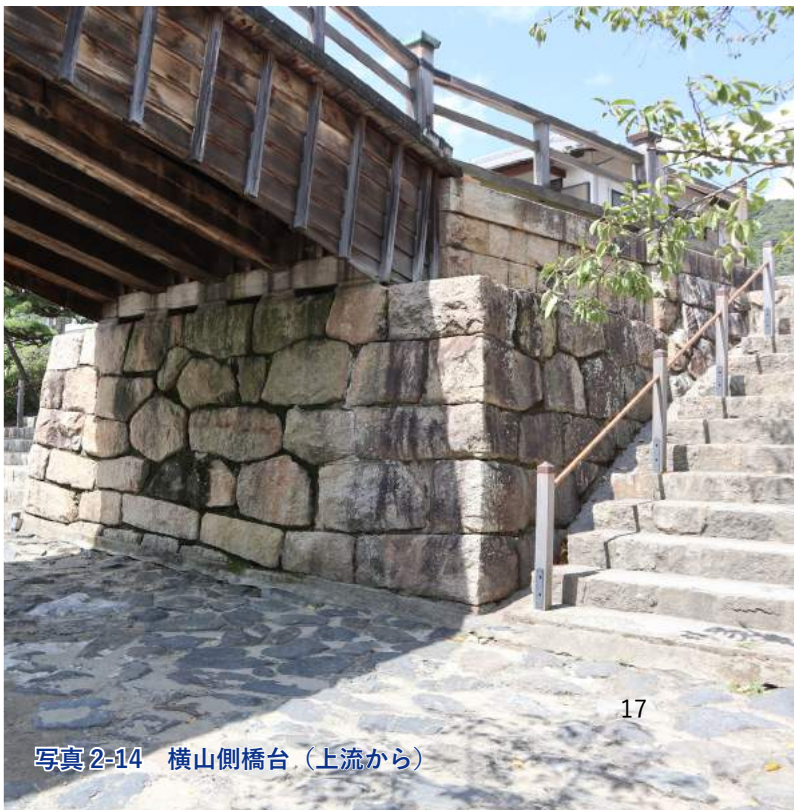


写真 2-14 横山側橋台 (上流から)

(e) 護床工

橋脚が水流により洗掘されるのを防ぐために、錦帯橋の上下流の河床に石材を敷き詰めている。

上流約 20m、下流約 50m の範囲内の河床を敷き均し、平均約 500kg の花崗岩を一層据え、合端目地からコンクリートを充填して固定している。なお、近年の修復においては、景観に配慮してコンクリートの充填を敷石天端下 15cm までとしている。

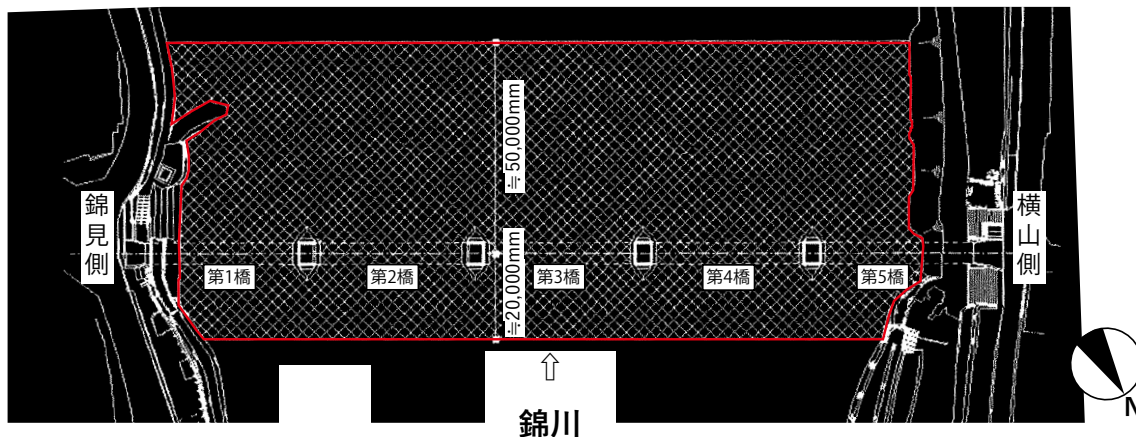


図 2-12 護床工の範囲

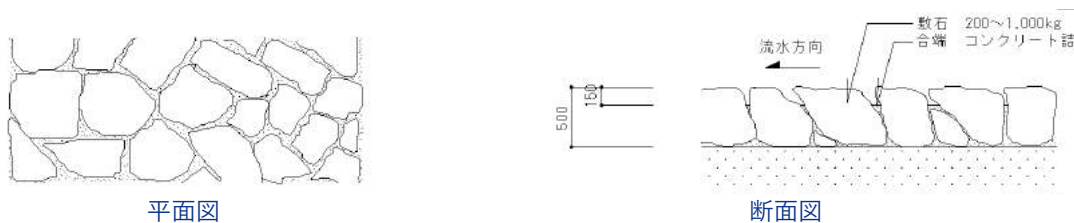


図 2-13 護床工平面図、断面図（出典：究極の名橋 錦帯橋）



写真 2-15 横山側から護床工を見る



写真 2-16 橋上より護床工の上流側を見る



写真 2-17 橋上より護床工の下流側を見る

2.a.4 資産の特徴

2.a.4. i 錦帯橋式アーチ構造

中央3連の木造アーチ橋両端の支点部は、立面内の回転を許す構造（ヒンジ端）となっているため、アーチ橋が受けた荷重（自重を含む）によってこの支点部に生じる鉛直・水平反力を軸力に転換することができる。その結果、アーチを構成する各部材に作用する力に関して、軸力を卓越させ曲げモーメントを軽減できる構造になっている。

木橋である錦帯橋でこの独創的なアーチ構造を生み出すために使用される部材は、石造の場合とはまったく異なる。石造アーチ橋では、ブロックすなわち四角い形のを横に並べ、隣り合う石同士を密着させ、上下にすべらないようにすることができるのに対し、一つの部材の長さを約6mから約8mとした錦帯橋では、軸力を一辺わずか170mmあまりの矩形断面で伝えることは至難の業である。そのため、この小径木材（直線材）を重ね合わせることで大きな断面を形成し、圧縮力に弱いという弱点を克服した。また、部材を1本で伸ばしていくことは難しいため、上にのる部材を軸方向に約3分の1ずつずらしながら巻金で結ぶ。それら部材の先端には「鼻梁」、尻には「後梁」と呼ぶ梁部材を配し、これら5列のアーチリブに直交して架かる梁を介し、上下の部材間で軸力（圧縮力）が卓越して伝わるよう（曲げモーメントを最小化するよう）、角度を変えて一体化させている。その際にできた隙間は楔（くさび）で埋めており、アーチになった時にもっとも良い形で小径部材内部に圧縮力が伝わるようにしている。これを可能にしているのが、ダボ・巻金・鏝（かすがい）による細長い部材の緊結であることは前述の通りである。

写真 2-18 橋を渡る観光客と岩国城



これらの特徴から、錦帯橋の中央3連の木造アーチ橋は、「錦帯橋式アーチ構造」と呼ぶほかない、世界の他の木橋に類を見ない唯一の構造になっていると言える。こうした技術は、中国あるいは日本の他の地域の技術に範を見出し、それに岩国領独自の創意工夫を重ねた結果であり、木造橋の歴史の中で位置づけるとすれば、刎橋から発展した極めて独創的なアーチ橋と言える。

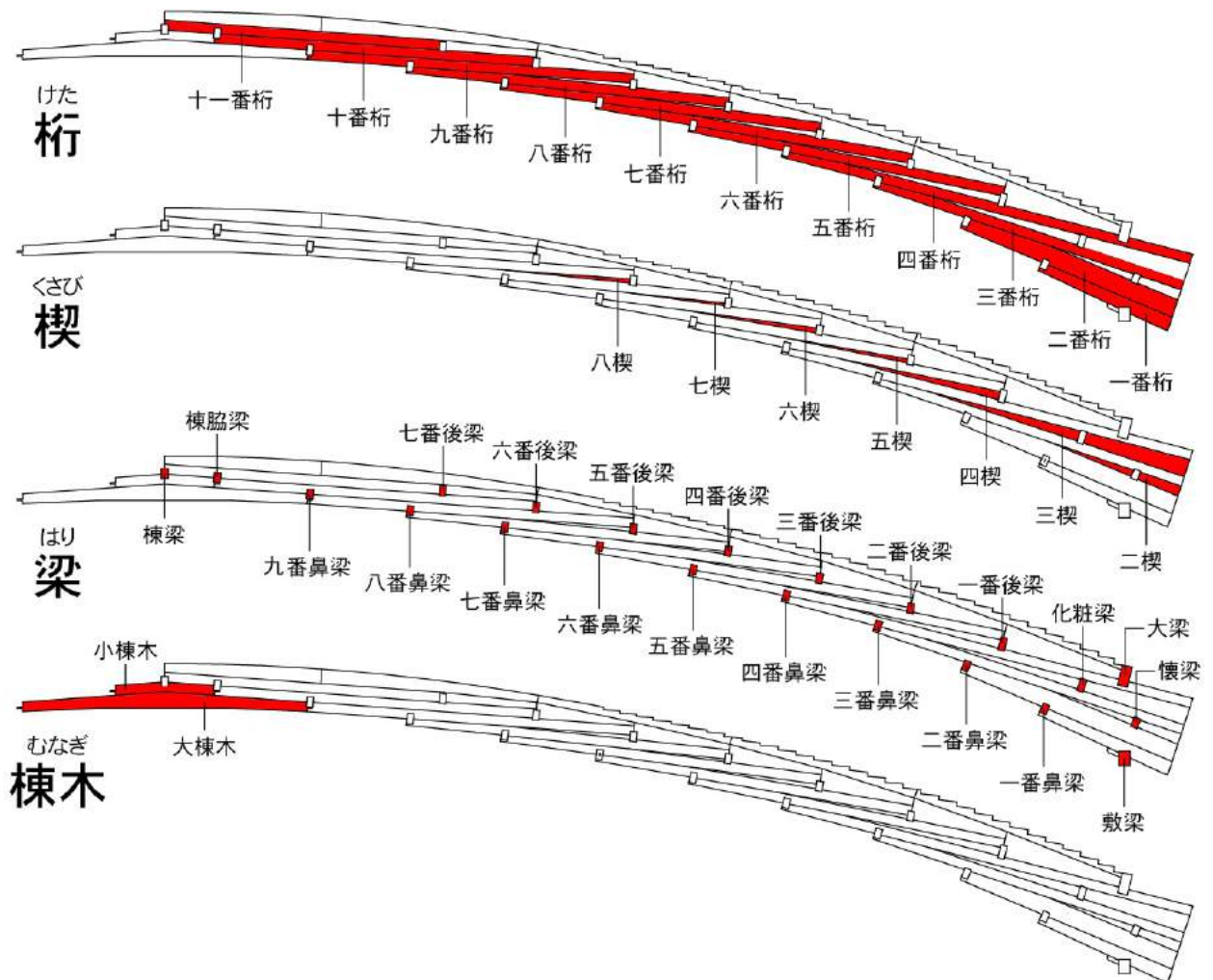


図 2-14 「錦帯橋式アーチ構造」を構成する主要部材の配置

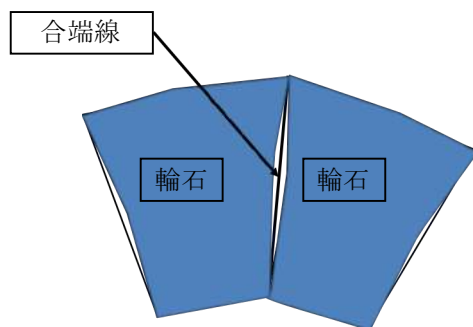


図 2-15 石造アーチ構造における輪石の接合部

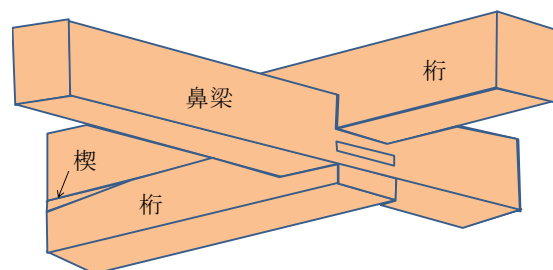


図 2-16 「錦帯橋式アーチ構造」における桁材の接合部

2.a.4. ii 橋梁史における錦帯橋の位置づけ

(a) 世界の橋梁

歴史上確認されている最初の橋は、紀元前4世紀頃、はじめてメソポタミアに出現した石造アーチとされている。地下の墓や神殿には、レンガの尖頭型アーチが組み立てられており、古代メソポタミアで生まれたアーチの技術は、エジプト、エトルリア（イタリア中部の古代国家）を経て発展しながら、紀元前後ローマに伝わったといわれている。アーチ築造技術の飛躍的な発展がみられるようになったのはローマ時代で、ファブリチオ橋（BC62年）、チェステイオ橋（BC43年）、サンタンジェロ橋、ガールの水道橋、セゴビアにある水道橋などがその代表である。

現在、文献や資料で確認される最も古い木造アーチ橋はトラヤヌス橋で、105年に架設された橋である。この橋を実際に目にしたというローマの歴史家カシウスの記述によれば、スパンは51m、橋長は1,200m以上であったとされており、これは木造アーチ橋としては極めて長大な部類になるものの、その記述内容の妥当性は長く疑問視されている。なお、記念柱に描かれた図をもとに復元された上部工は、3重に並置されたアーチリブ（下図に示すような3本の曲線部材）が斜材のような部材によって床版と固定された構造となっている。

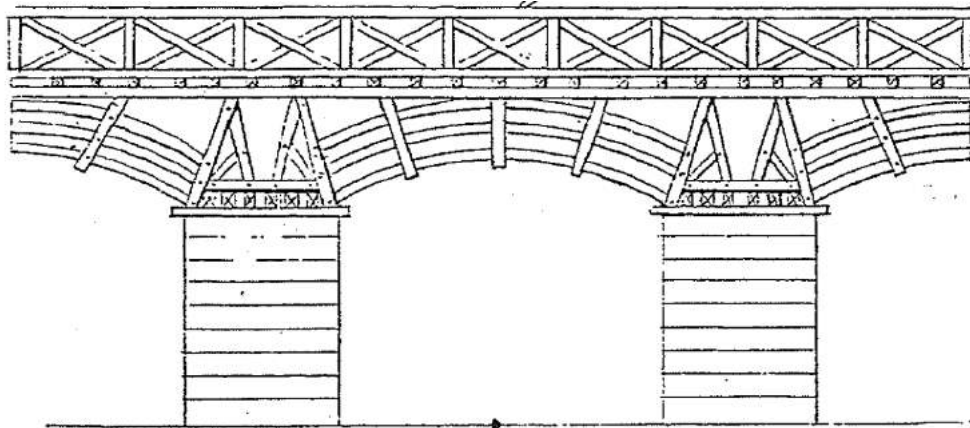


図 2-17 トラヤヌス橋（出典：H. Gauthier : *Traité des Ponts où il est parlé de ...*, p.14, ed. 1765 (original 1716)）

ローマが完成させたアーチの技術はヨーロッパ全域に広まり、石橋の文化として栄えた。フランスのアビニオン橋（1198年）、イギリスのロンドン橋、チェコのカレル橋などがそれである。

中国では多数の石造アーチが建設されており、安濟橋（7世紀初期に造られた現存する中国最古の橋）がもっとも有名である。石造アーチ部の上方には左右2個ずつの小アーチがあり、橋の重量を減らすとともに洪水時に水を通過させて橋の安全を保つ優れた工夫がなされている。この形式の橋がヨーロッパで建設されたのはこの後700年も経ってからである。

一方、中世の木造橋の代表例としてはスイスのカベル橋（1333年に造られた屋根付木造橋）がある。

ルネッサンス期（14世紀以降）に、石造アーチ橋に技術革新が起り、橋のアーチ形状が円形アーチから扁平のアーチになった。橋の印象はどっしりとした重量感のある橋から、優雅な橋へと変わったのである（スパンライズ比が0.30程度）。

木造アーチ橋としては、中世イタリアの建築家パラディオ（Andrea Palladio : 1508-1580）が、『建築四書』において考案したトラス橋がよく知られている。パラディオは、木材の柱を格子状に組合わせてトラスを造り、これを屋根組みあるいは橋桁に用いたが、この卓越した技術はその後継承されていない。

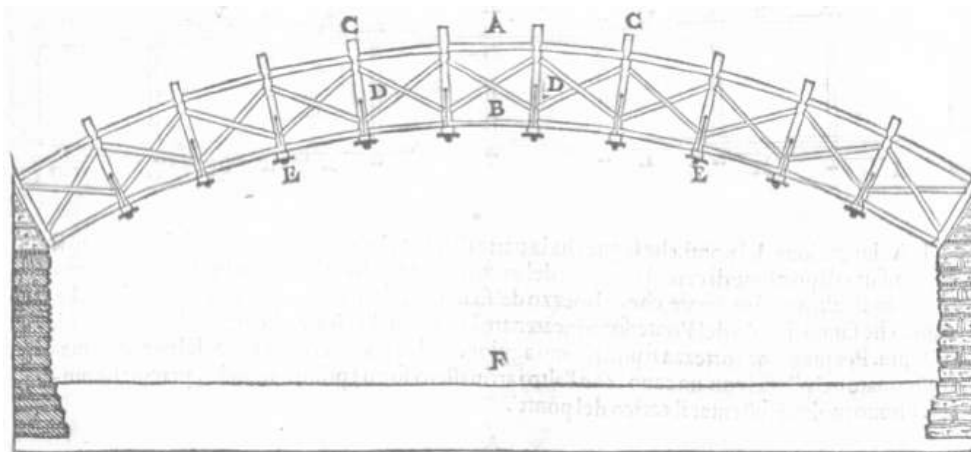


図 2-18 パラディオのトラス橋 (出典:A. Palladio : Les quatre livres de l'architecture, mis en français, p.164, 1650 [original 1570])

近世になると、橋の設計も経験主義から合理主義や科学的な解析に変わっていった。この時代に偏平アーチが進化(スパンライズ比が0.15程度)した。付言すると、錦帯橋は、西欧の石造アーチ橋に100年程度先駆けてスパンライズ比が0.15の偏平アーチを実現したとも理解できる。

スカモッツィの屋根付橋は17世紀のヨーロッパにおいて、木材でリブアーチ橋を架けるという考え方が存在していたことを示している。スパンおよそ18mの中央径間にはアーチが用いられている。桁を見ると、橋脚付近では二重になっており、さらに方杖によって補強されている。このような特徴から判断すると、この橋はアーチ橋というよりは、桁橋をアーチリブによって補強した構造に近いと考えられる。

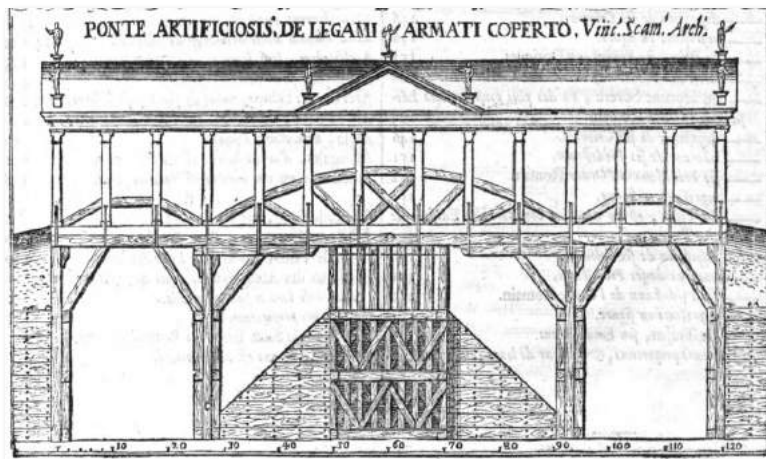


図 2-19 スカモッツィの屋根付橋 (出典 : V. Scamozzi : L'idea della architettura universale, p.265, 1615)

18世紀以降になると欧米では多様な構造が考案されており、19世紀には特にドイツを中心として上路式アーチ橋の構造が確立されつつあったが、結局、鉄の普及によってこれは消えてゆくことになる。

その後、グルーベンマン兄弟が近代木橋の時代を拓く。その構法は、大工が木造の渡り廊下を造る技術から出発し、土台木を並べ、束柱を立て、貫を通し上に桁を渡し、上部に屋根を造る方法であった。

石造アーチ橋については、その後、ほぼ極限に達し、石の代りに鉄を用いたトラスが発達していくことになる。

(b) 日本の橋梁

日本の橋の特徴は、ごく最近まで木橋が圧倒的に多かったことである。わが国には森林が多いこともあり、多くの木橋が古くからあった。木橋の利点は、わが国の場合、いたるところに森林があったため木材が入手しやすく、また木材が加工しやすい材であることが、木材を組合わせた橋を造りやすくしている。しかしながら、木材で造った橋は、材の腐朽や洪水による流失など、長持ちをさせるのが難しいという欠点があった。その一方で、造りやすさという点を考えると、洪水などで流失した橋の再建に時間がかからず、経済的であったようである。わが国でも1900年代前半までは、数多くの木橋があった。

文献に見られる日本最古の橋は、猪甘津の橋（いかいつのはし）で、「日本書紀」には324年に仁徳天皇がこの橋を架けたと記されている。大化元年（645）中大兄皇子らによる大化改新で、わが国によりやく律令国家が成立した頃、京都の宇治川に僧道登によって木橋の「宇治橋」が建設された。また、天智天皇の弟大海人皇子と天皇の子大友皇子との皇位継承をめぐる内乱「壬申の乱」が琵琶湖の瀬田川にかかる「瀬田橋」で激しく戦われたのを始め、奈良、平安、鎌倉の各時代を通して、京都と京都以東の境に位置する瀬田橋は、東と西の接点であり、常に歴史の重要部分を占めていた。

さらに、僧行基が諸国勧進の一環として淀川の山崎の地に「山崎橋」を架けたのは、神亀3年（726）といわれている。この「宇治橋」、「瀬田橋」、「山崎橋」の3橋は長く「日本三大橋」と呼ばれていた。

中世の日本は、土橋・丸木橋（丸太橋）あるいは原始的な吊橋の時代であった。永久構造物としての日本の石橋の歴史は、さらに遅く江戸時代まで待たなければならなかった。樹木が豊富で、川の流れが急な日本では、木造の橋および丸太の上に土を置いた土橋が多用された。そのため、この時代の橋で現存するものは皆無である。

わが国では、江戸時代になってようやく石造アーチ橋の時代を迎えた。世界的視野から見れば特に目新しさはないが、木造の橋が主流の国内にあって九州を中心に、小さいながら永久構造物である石造のアーチ橋が建設された。江戸時代（沖縄ではさらに古い）に石橋が建設されたという時間的な経緯及び大陸に近い九州に石橋が多いことを考えれば、明らかに日本の石造アーチ橋は外来技術の助けによるものである。

600年頃に架けられたと伝えられており、現在でもその姿をうかがうことができる木造橋が山梨の桂川に再現されている「猿橋」である。桂川が浸食した深い谷を渡るため、両岸から岸壁に埋め込んだ棒を張り出し、この上に木桁を渡した芻橋（はねばし）、肘木橋（ひじきばし）である。芻橋（肘木橋）は、両岸の岩盤をくり抜いて桁材を差し込み、中央部に迫り出しながら桁材を重ねることで長支間化を実現するものである。

ちなみに、猿橋では桁端部が岩盤に差し込まれており回転が拘束されているが、創建時の錦帯橋では橋脚上の隔石に当てられているだけであり回転の自由度を拘束していない。また、猿橋は中央部の桁は両端の桁と剛に接合されていないが、錦帯橋では中央部は一体構造である。これらを図式的に表すと、下図のようになる。これらは一般的な2ヒンジアーチとゲルバーばりであり、両者のメカニズムは大きく異なることがわかる。

猿橋では桁端部を差し込むための強固な岩盤が両岸に必要である。しかしながら、錦帯橋の架橋位置のような平野部では、そのような条件を満たす場所はほとんどない。このような場合でも下図のように両端の桁が回転しないように端部に大きな石等のおもりを置くことで猿橋と同じメカニズムを持つ芻橋を架けることができる。錦帯橋の創建にあたってはこのような形式も検討されたかもしれないが、端部のおもりは相当な大きさとなり中間

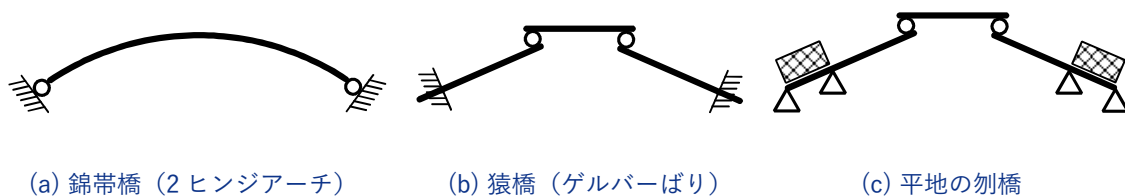


図 2-20 主構造の耐荷メカニズム (出典：究極の名橋 錦帯橋)

橋脚も巨大とならざるを得ないことは問題となったであろうと想像できる。

結果として多径間の刎橋よりも、橋脚間の桁を一体構造とした方が合理的であると考え、検討を重ねた結果、錦帯橋式の木造アーチ橋が創出されたと考えられる。木造アーチ橋としての錦帯橋は、わが国唯一のアーチ型木造橋であるだけでなく、わが国の木造橋・石造アーチ橋のなかで最長のものである。

(c) 錦帯橋の出現

「流されない橋」を造るという目標を達成するためには、流されない橋脚を造る必要があった。そこで、第三代領主吉川広嘉は、中国の「西湖遊覧志」の図からヒントを得て、流されない橋脚として、島のような石積の橋脚を考案した。それまでに、日本では、築城、城下町建設や開作のための土木技術が発達していたため、強固な石積を建設することが可能であった。

木造アーチ橋の構造がどのように考案されたかについて知ることができる記録はないものの、猿橋の存在に加えて、長崎において石造アーチ橋である眼鏡橋が既に建設されていたことを鑑みると、次のように考えることができる。

石積橋脚を考案した後、前述の通り、橋脚の間を甲斐の猿橋のように刎橋を渡すことも検討されたと推測される。しかし、甲斐の猿橋は単一径間である。錦川のような川幅の広い場所で、連続径間になると石積み橋脚だけでは対応できないことが分かったはずである。

そこで、長崎の眼鏡橋が2連のアーチであることを知り、橋脚の上で隔石を用いて、アーチ形状を連続させることを検討したと考えられる。アーチ形状としては、眼鏡橋を参考に円曲線の一部を利用することが考えられたことが推測できる。江戸時代でもすでに棟梁の測量技術として規矩術があり、円曲線は使われていたため、創建時の錦帯橋は円曲線のような形状を利用したと考えられる。

以上のように、錦帯橋の具体的な構造は当時の土木・建築技術を組み合わせ、試行錯誤により考案されたと考えるのが妥当であろう。

(d) 錦帯橋の技術の伝播

「錦帯橋式アーチ構造」の技術は岩国に留まり、他に伝播することはなかった。その最大の理由は、岩国が、防衛を重視した城の選地を行ったことにより、錦川のような急流河川でかつ川幅の広い川を跨いで二分される城下町を築いたことに起因すると考えられる。このような国内の城下町の例は他になく、したがって、高度な技術と高価な築造費用を要する錦帯橋のような橋を必要とする地域が他になかったと考えられる。すなわち、この岩国城下町の特異な環境が、17世紀の日本の通常の技術では築造不可能であった「流されない橋」としての錦帯橋を生み出したのである。架けなければならない必要を迫られた結果として、当時の技術の粋を用い、限りなく経済性も追求しつつ必要な経費をかけて造られたのが錦帯橋であり、結果として他に伝播することはなかった。つまり、200mの川幅を流されることなく木造橋によって渡る唯一の解として造られた「錦帯橋式アーチ構造」をもつ錦帯橋は、唯一の構造をもちながら他に類を見ない、世界で唯一無二の橋なのである。

2.a.4. iii 木造建造物の技術

日本において古代から培われてきた木造技術は、中世の戦乱の世における各地での城郭建築および都市建設の大量需要により、新たな技法や構法が生み出され、生産の効率化が図られながら発展し、頂点をむかえる。慶長5年（1600）に徳川家が天下統一を果たすと、元和元年（1615）には諸大名に対して居城以外のすべての城の破却を命じた一国一城令を發布した。さらに、同年に制定された武家諸法度により新たな築城が禁じられたことにより城郭建築の需要が失われた。この後、工匠の働き口は、城下の他の建築に変わることとなり、その技術は御殿や武家屋敷といった他の建築にも普及する。錦帯橋は、まさにこの時期、城郭の建築技術を駆使して建造された。

具体的には、直線材から曲線を構成する技術、規（ぶんまわし）の使用によるアーチ形状の設計、小径木材を組み合わせることによる集成材としての大きな部材の構成、長いダボの使用などで、城郭の建築技術が応用されている。

(a) 曲線の構成

日本の木造建築で曲線を構成する方法には2つある。そのひとつは、複数の直線材を用いて近似的に曲線を構成する方法で、屋根の反りを構成するための下地となるはね木などの小屋組にみられ、直線材で角度を少しずつ変化させながら接続することで全体的には曲線を構成することができる。錦帯橋についても同様に、直線材である桁を連続的にずらすことで橋全体のアーチ形状を構成している。

もうひとつは、単材を用いて曲線を構成する手法で、自然に曲がった材を用いる、あるいは材を曲げ加工する場合[※]と、直線材から曲線材を切り抜く場合がある。錦帯橋の細部を見ると、平均木や後詰の上面に用いられる曲線は、規矩術による作図に基づく後者の技術を用いており、橋板のならば曲線を滑らかにしている。

※ 例えば、民家の小屋組には、自然に曲がった部材がそのまま曲り梁という形で用いられている。また、木造船では、高温で蒸した板あるいは含水率を高めた板を曲げながら骨組みに沿って取り付け、曲線、曲面を構成している。

(b) 「規（ぶんまわし）」の使用によるアーチ形状の設計

平成の架替において、錦帯橋のアーチ形状については幾何学的な整理がなされた。ここでは曲線については、「規（ぶんまわし）」の使用を考慮して作図する上で最も可能性の高い円弧が採用された。

元禄図には、アーチ橋3橋分の桁高と、これより橋中央の橋板上端までの高さおよび敷梁間距離も併記されており、この数値をもとに各橋の中央橋板下と後詰上端を結ぶ曲線（後詰上端曲線）の半径を算出すると、第2橋が137.0尺（約41.52m）、第3橋が132.0尺（約40.00m）、第4橋が140.5尺（約42.58m）と求められた。このうち第3橋で求められた数値は、橋脚心々間距離に相当する。また橋脚間距離がそれほど違わないにもかかわらず第3橋に比べて第2, 4橋の径が大きいが、これは第2, 4橋の橋中央での高さを第3橋より低めようとする意図があったためと考えられる。

これを図示すると次頁の図のようになり、スパンと半径を同一にするという円弧の描画方法は、「方圓順度」のアーチ橋の描画方法の中には示されていないが、最も単純な幾何学整理と考えられる。

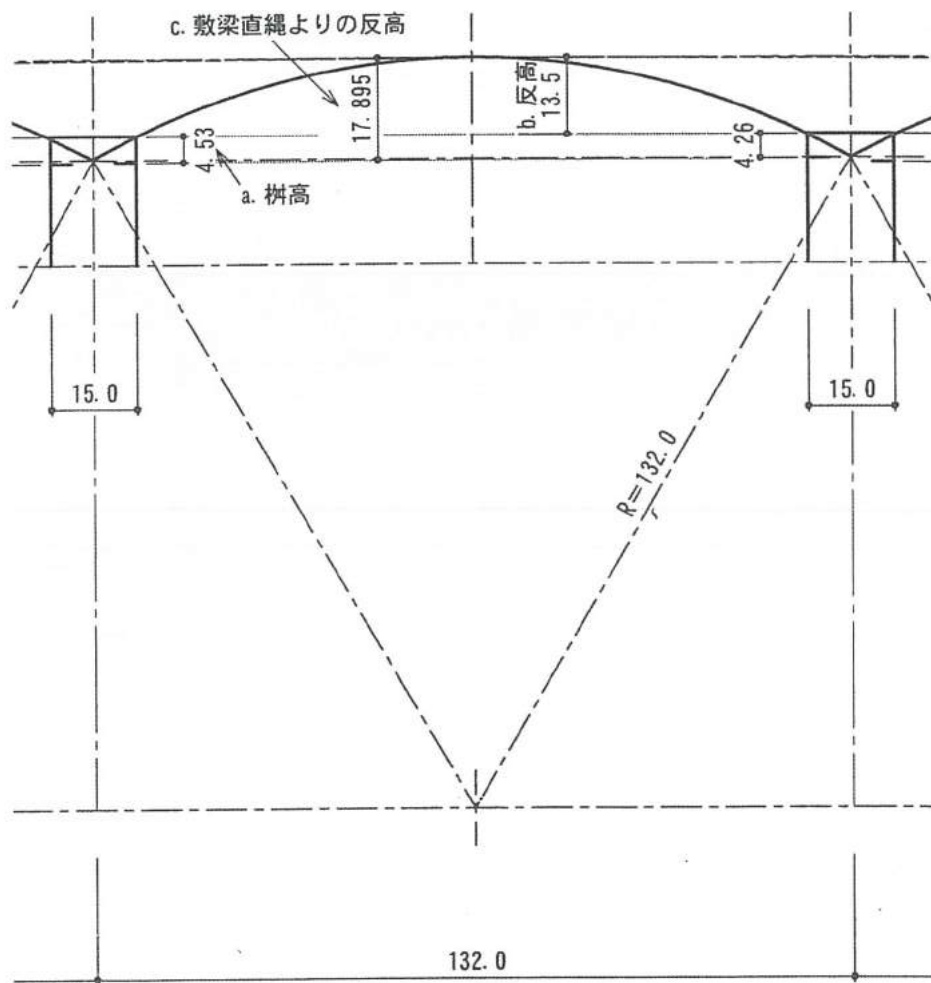


図 2-21 錦帯橋のアーチ形状



写真 2-19 通常時の錦川の様子（錦帯橋を上流側から下流側に見る）（2007）

(c) 組立部材

錦帯橋を特徴づけるアーチ形状とともにそれを構成している部材自体にも、錦帯橋の特徴がみられる。6寸角(約18cm×約18cm)という小径の直線部材を組合わせて1m以上のせい(下端から上端までの垂直距離)のある桁を構成している。大規模な木造建築で、大断面の部材が入手できない場合に、小径木材を束ねて大きな部材を構成する「組立材」の技術は、出雲大社などで古代より使用されていたが、東大寺大仏殿、松江城にも見られるように、組立材の技術は軸力が支配的な柱に対して使われたのに対し、錦帯橋では、この技術が同じ軸力が支配的な部材であるが、アーチの桁に用いられている点に特徴を見出すことができる。また、あらかじめ部材を加工して河川上で短期間で組み立てる技術は、支保工技術とともに、短期間で入手可能な材を使って大構造物を建設する必要があった戦国期の築城技術が応用されている。

(d) 長いダボ(栓)の使用

日本建築の歴史のなかで、ダボは古くから使用されてきたが、古代のダボは長さが短く、長いダボは室町時代の終わり頃ようやく現れ、城郭建築において多く使用されるようになったことが分かっている。錦帯橋でも、この築城技術で発達した長いダボが使用されている。

(e) 斜材(鞍木、振止め)の使用

水平、垂直部材が好まれる伝統木造建築の中で、錦帯橋の独特の姿を強調している部材は、斜材の「鞍木」である。鞍木は創建時にはなく、天和3年(1683)に新たに加えられたとされている。トラスのラチス部材のように配置された鞍木は、アーチリブの主要構成材である小径部材間のせん断力の伝達を抑える役目を果たしている。

また、古図面や史料において十字木、くもで筋かへ、振止、振止木、蜘蛛手などと記載されている5列のアーチリブ間にX形状に配置された「振止め(ふれどめ)」と呼ばれる部材は、構造的には水平ブレースとして水平剛性を高めたり、橋直交方向の水平力に抵抗して制振するという重要な機能をもつ。

写真 2-20
「鞍木」は、アーチリブの主要構成材である小径部材間のせん断力の伝達を抑える役目を果たしている

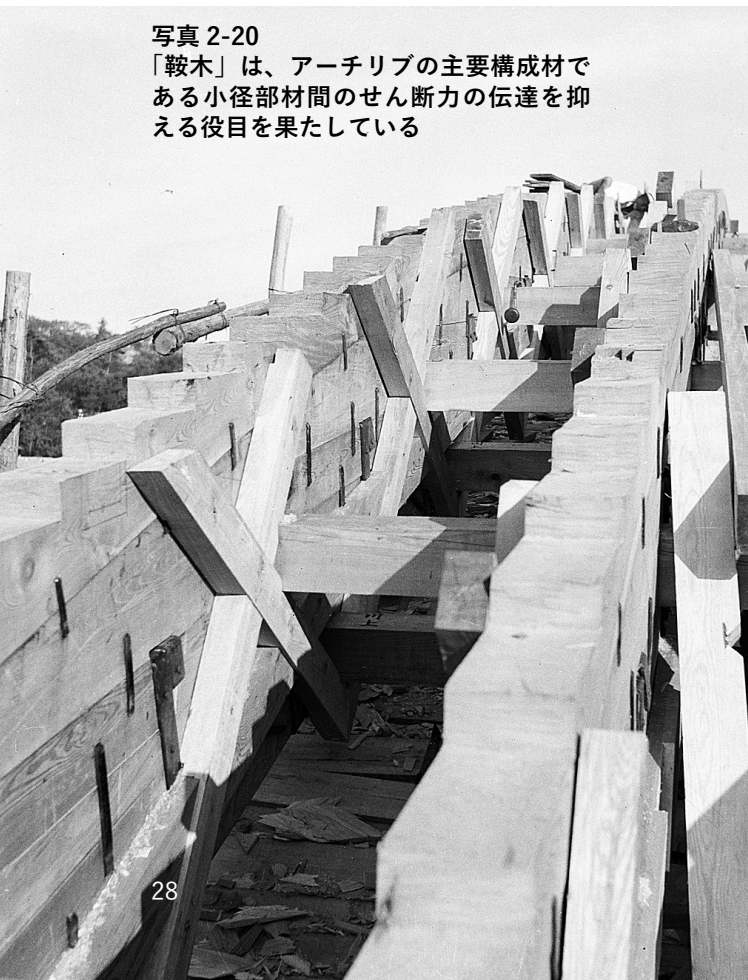


写真 2-21
「振止め」は、水平ブレースとして水平剛性を高め、橋直交方向の水平力に抵抗して制振する重要な機能をもつ

2.a.4. iv 錦帯橋の美しさ

両端に桁橋をもつ3連木造アーチ橋である錦帯橋は、橋梁形態としても稀有な存在であり、永く人々の好奇の目を引き続けてきた。清流の錦川や周辺の間々などを背景として構成される景観は、わが国を代表する名勝景観にもなっている。こうした背景を受けて、大正11年(1922)3月8日には、史蹟名勝天然記念物保存法によって名勝に指定された(昭和18年(1943)、区域の追加指定。昭和25年(1950)、文化財保護法施行に伴い改めて名勝に指定)。

その美は、海外に影響を与えた19世紀後半の葛飾北斎や歌川広重などによる「浮世絵」に描かれたのみならず、和歌や俳句にも読まれ、芸術的、文学的作品が現在もなお生み出され続けている。

(a) 景観工学からみた美しさ

錦帯橋は、景観工学的にいえば遠景・中景・近景と、視点場の変化とともに、その姿と造形美を楽しむことができる。

遠景では、山々を背景とした全体景観の中に、4基の石造橋脚と木造アーチ橋、桁橋等で構成される錦帯橋全体が映り込む。中心部の木造アーチ3径間部とそれを支える石造の対比によって、アーチ部はより一層軽快に、優雅に見える。両側桁部の木造橋脚と中央部の石造橋脚との対比によって、木造橋脚の繊細さとアーチ部のダイナミックな浮遊感がそれぞれ際立つ。こうした対比によって、同じ素材、同じ構造形式が連続する橋梁にはみられない錦帯橋特有の造形美が体現されている。横山の天守にのぼって、岩国市の市街地を背景に蛇行する錦川をまたぐ錦帯橋の俯瞰景観も魅力的な眺望景観になっている(この錦帯橋の借景となる城山は、多樹種で形成された自然林であり、この地が北限とされる暖地性樹木も見られるなど豊かな照葉樹林である)。

写真 2-22

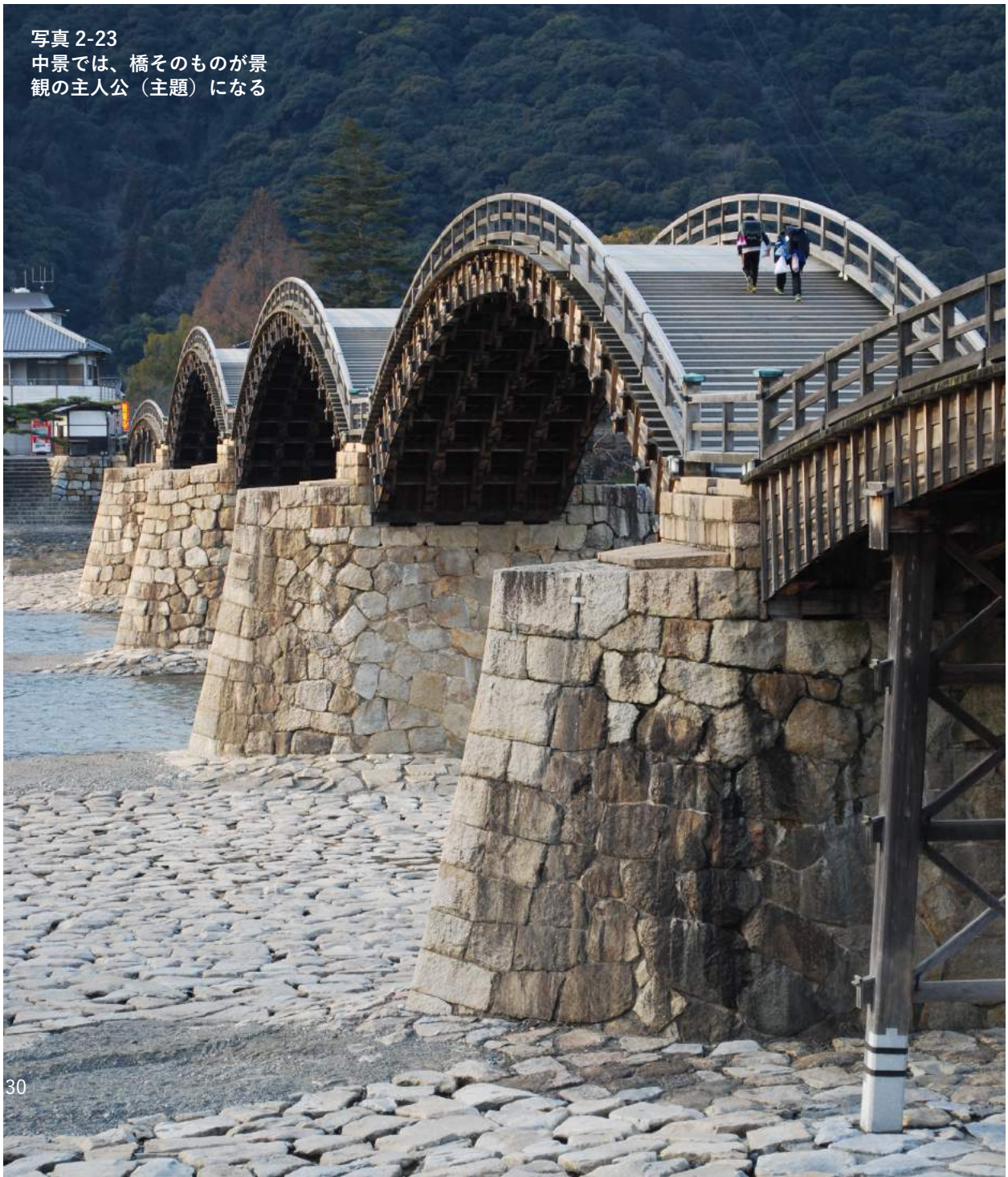
遠景では、山々を背景とした全体景観の中に、4基の石造橋脚と木造アーチ橋、桁橋等で構成される錦帯橋全体が映り込む



中景では、橋そのものが景観の主人公（主題）になる。橋を構成する石造橋脚の表情や木造アーチの主桁や高欄などのフレームワークが視野の対象となり、構造部材の特徴が読み取れる（山々と清流錦川が生み出す自然美と、錦帯橋の精緻な木組みの機能美は完全に融合し、川に映りこんだ姿をはじめ、四季折々の景観美をつくりだしている）。多くの絵画に描かれている橋軸斜め方向からの眺めには、様々な対比の美しさが認められる。石造橋脚と木造アーチの対比は、それぞれのテクスチャが認識できる中景から近景において、異なる素材からなる構造部材の対比としてより一層はつきりする。つまり、マッシブで重量感のある石造橋脚に支えられた軽快で優雅な弧を描く木造アーチというハイブリッドな構造物の美しさが際立っている。さらに木造アーチ部は、桁裏の複雑で陰影に富んだ表情と橋面の滑らかな面を同時に眺めることができ、その対比は他の橋ではこれほど顕著に見られない。このことは、多くの絵画にその表と裏の両面の違いが描かれていることからわかる。護床工として敷き詰められた石材は、護岸近くでは露出していることが多く、中央径間部の水の流れとの対比が美しい。また護床工によって流れが若干堰上げられることで、上流側の静かな水面と下流側の変化のある水面との対比が生じ、河川そのものの表情に特徴を与えると同時に、上流側では橋および周辺の倒景を生じさせている。こうした橋と河川が一体となった特徴ある景観は、護床工によって実現されたものであり、他に例がない。

写真 2-23

中景では、橋そのものが景観の主人公（主題）になる



近景になると、河原に降り立って下から眺める仰瞰景を楽しむことができ、鞍木や振止がつくりだす橋のきめ細かな意匠が、算盤（そろばん）橋の愛称で呼ばれる根拠となっている。近景および橋を渡る際に見えてくる異なる素材の組み合わせとして、木と鉄がある。集成材としての木部とそれを束ねる鉄と構造材の木との組み合わせは、両者が一体となって一つの構造材を構成するという調和の美、機能美を体現している。鉄の部材がリズムミカルに挿入されることで、多くの部材からなる繊細で複雑な造形の特徴をより一層強めている。橋面においては、床板に規則正しく打ち込まれた鉄釘の頭が、単純で平滑な床面に表情を与えている。一本一本鍛造されたわずかに形が異なる鉄釘の頭の形は、この橋がクラフツマンシップによって作られていることを端的に物語っている。また、橋を渡る際には階段と曲面からなる木造部分と、石造橋脚上部の石部との組み合わせを体験する。舗装材としてではなく、構造体としての素材の組み合わせを渡橋時に直接足裏で感じることができる。

錦帯橋を構成する素材は、木、石、鉄である。こうした複数の素材の組み合わせによって錦帯橋という類まれな構造物は成立している。同時にその対比が造形的な美しさとして見事な調和をなし、他に類のない景観的な特徴をなしている。

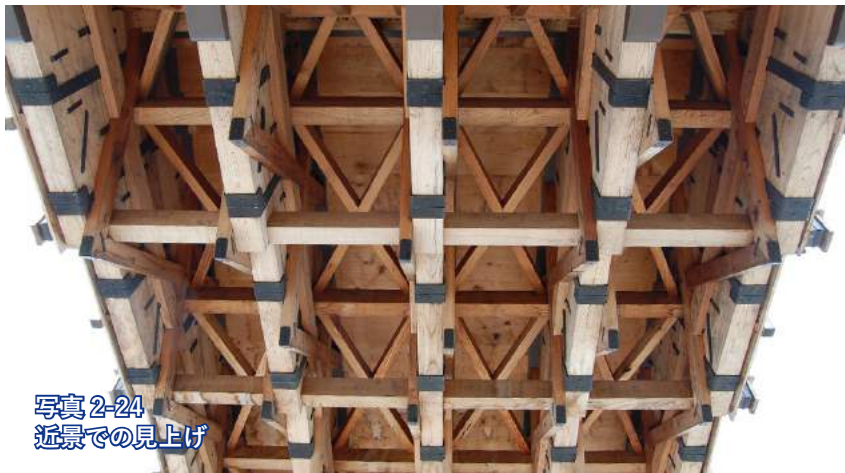
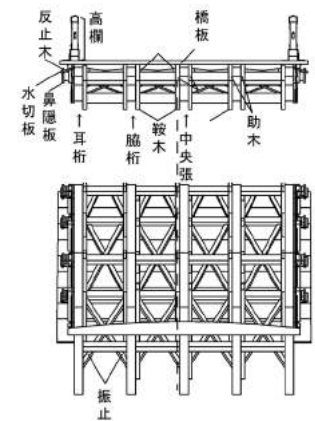


写真 2-24
近景での見上げ



部材名称（図 2-5 部分再掲）



写真 2-25, 26
近景では、鞍木や振止めがつくりだす橋のきめ細かな意匠を仰瞰景として楽しむことができる



写真 2-28 3号橋脚上部付近橋上より橋脚を見下ろす



写真 2-27 橋面



以上に加えて、朝昼晩の時間変動や、雨雪などの気象状況、春夏秋冬の季節変化など、錦帯橋の景はさまざまに変化するとともに、そこに美が生まれる。このように一年中、四季折々、いつ行ってもまたどこから見ても、美しさを裏切らない橋が錦帯橋である。



写真 2-29 夜桜と錦帯橋



写真 2-30 紅葉と錦帯橋



写真 2-31 雪景色の錦帯橋

(b) 芸術作品における錦帯橋

錦帯橋は、錦川兩岸の山々に囲まれており、季節毎の自然を映し出す急峻な山々を背景に3連アーチが4つの石積橋脚を次々とわたり、「護床工」と呼ばれる敷石に覆われた清流錦川の浅瀬に映り込む姿は美しい。その類い希なる錦帯橋の景観美は、参勤交代の際に立ち寄った西国大名や旅行者によって徐々に世に広まっていき、19世紀初頭には、海外にも影響を与えた葛飾北斎や歌川広重などの「浮世絵」に描かれるなど、名所としての地位を確立した。歌川国貞による『周防国錦帯橋遠見図』など、中には、明らかに岩国に実際に来ることなくして描かれているものもあり、それだけ錦帯橋の名が全国に知れ渡っていたことを物語る。

浮世絵以外にも、以下の通り、絵画や歌劇など多岐にわたる分野で錦帯橋が描かれている。

【次頁以降に掲載した以外の浮世絵】

- ・二代目歌川広重「諸国名所百景 周防岩国錦帯橋」
- ・三代目歌川豊国「白縫八景之内 錦帯橋 夕照」(1861)
- ・貞秀「西国名所之内 二十 岩国錦帯橋」(1865)
- ・三代目歌川広重「周防国 錦帯橋 日本地誌略図」(1876 頃)

【浮世絵以外の絵画】

- ・元澄「錦帯橋図」(岩国徴古館蔵) (p.59 図 3-1 参照)
- ・西遊旅譚、司馬江漢
- ・錦帯橋三百歳、徳力富吉郎 (1973)
- ・錦帯橋の夜桜、徳力富吉郎
- ・周防錦帯橋 川瀬巴水 (1924)

【和歌】

- ・藤井高尚 備中吉備津宮宮司
- ・香川景樹
- ・伏見宮文秀女王
- ・吉川英治

【俳句】

- ・高木百茶坊
- ・田上菊舎
- ・安田以哉坊

【漢詩】

- ・大田南畝
- ・菅茶山
- ・阪谷朗廬

【民謡】

- ・野口雨情

【歌劇】

- ・歌劇「まぼろし五橋」、錦帯橋物語、作曲：宮原禎治、台本：伊馬春部



图 2-22 歌川広重「六十余州名所図会・周防岩国錦帯橋」(1853) (岩国徴古館蔵)



図 2-23 歌川国貞「周防国錦帯橋遠見図」(1852) (岩国徴古館蔵)



図 2-24 葛飾北斎「諸国名橋奇覧 すほうの国きんたいはし」(1831) (山口県立萩美術館・浦上記念館蔵)

2.a.4. v 保存継承の仕組み

(a) 架橋技術の伝承

錦帯橋は、創建から現在まで340年以上にわたり、必要とされる安全性を重視して架替を繰り返すことで存在し続けて来た。当時の大工が一般的に有していた技術の組み合わせにより錦帯橋の架橋技術が生み出されたのは驚くべきことである。加えて、元禄12年(1699)に錦帯橋の架替がなされた際の設計図面を最古とする近世の計12枚の古図面、近代以降の図面や実物大「型板」などを用い、架替の経験を受け継ぐ歴代の棟梁の下に結集した大工が、木造伝統家屋の造作技術を応用することで、他に類例のない構造をもつ錦帯橋の架替を可能としてきた点に着目すべきである。

表 2-2 錦帯橋架替年表

| 年(竣工年) | | 工 事 内 容 | | | | | 大工棟梁及び副棟梁(脇棟梁) |
|--------|------|---------|-----|-----|-----|-----|------------------------|
| 年号 | 西暦 | 第1橋 | 第2橋 | 第3橋 | 第4橋 | 第5橋 | |
| 延宝元 | 1673 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 児玉九郎右衛門 佐伯安右衛門 |
| 延宝2 | 1674 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 児玉九郎右衛門 佐伯安右衛門 佐伯八郎右衛門 |
| 天和3 | 1683 | | ○ | ○ | ○ | | 児玉九郎右衛門 佐伯安右衛門 |
| 元禄7 | 1694 | ○ | | | | ○ | 大屋嘉左衛門 |
| 元禄12 | 1699 | | ○ | ○ | ○ | | 大屋嘉左衛門 |
| 元禄16 | 1703 | ○ | | | | ○ | 大屋嘉左衛門 |
| 正徳4 | 1714 | | ○ | ○ | ○ | | 大屋嘉左衛門 |
| 元文2 | 1737 | ○ | | | | ○ | 佐伯六郎右衛門 |
| 元文5 | 1740 | | | | ○ | | 佐伯六郎右衛門 細矢七右衛門 佐伯平右衛門 |
| 寛保元 | 1741 | | ○ | ○ | | | 佐伯六郎右衛門 細矢七右衛門 大屋幾右衛門 |
| 延享元 | 1744 | ○ | | | | | 長谷川十右衛門 大屋市右衛門 大屋清左衛門 |
| 宝暦6 | 1756 | | | | | ○ | 長谷川十右衛門 |
| 宝暦10 | 1760 | | | | ○ | | 長谷川十右衛門 原 神兵衛 大屋幾右衛門 |
| 宝暦13 | 1763 | ○ | | | | | 佐伯九兵衛 大屋又右衛門 |
| 明和元 | 1764 | | ○ | | | | 大屋市右衛門 原 神兵衛 |
| 明和2 | 1765 | | | ○ | | | 大屋市右衛門 原 神兵衛 |
| 安永7 | 1778 | ○ | | | ○ | | 大屋四郎兵衛 佐伯市左衛門 長谷川文右衛門 |
| 安永8 | 1779 | | ○ | | | | 細矢源兵衛 大屋清左衛門 長谷川文右衛門 |
| 天明2 | 1782 | | | ○ | | | 大屋市右衛門 大屋清左衛門 |
| 寛政8 | 1796 | | | | ○ | | 原 久右衛門 大屋慶之允 |
| 享和元 | 1801 | | ○ | | | | 原 久右衛門 大屋敬蔵 児玉宇兵衛 |
| 文化3 | 1806 | | | ○ | | | 原 久右衛門 |
| 文化8 | 1811 | | | | ○ | ○ | 原 久右衛門 大屋敬蔵 |
| 文政9 | 1826 | | | ○ | | | 細矢七右衛門 大屋権左衛門 佐伯清三郎 |
| 文政10 | 1827 | | ○ | | | | 大屋権左衛門 佐伯清三郎 長谷川傳平 |
| 文政11 | 1828 | | | | ○ | | 大屋権左衛門 佐伯清三郎 大屋清八郎 |
| 天保12 | 1841 | ○ | | | | | 大屋権左衛門 |
| 弘化2 | 1845 | | | | ○ | | 大屋権左衛門 大屋鍋次郎 |
| 嘉永元 | 1848 | | | ○ | | | 大屋鍋次郎 児玉品次 |
| 安政5 | 1858 | | | | ○ | | 大屋亦右衛門 佐伯繁弥 |
| 安政6 | 1859 | | ○ | | | | 大屋亦右衛門 |
| 明治元 | 1868 | | | ○ | | | 児玉宇平治 原 静太郎 |
| 明治4 | 1871 | | | | ○ | | 大屋薫太郎 児玉宇平治 原 静太郎 |
| 明治28 | 1895 | | | ○ | | | 上原伸助 富永忠吉 |
| 明治30 | 1897 | | ○ | | | | 上原伸助 富永忠吉 |
| 明治31 | 1898 | | | | ○ | ○ | 上原伸助 富永忠吉 |
| 昭和4 | 1929 | | | | ○ | ○ | 星出滝槌 藤本清次 海老崎桑次郎 |
| 昭和9 | 1934 | ○ | ○ | ○ | | | 星出滝槌 藤本清次 海老崎桑次郎 |
| 昭和27 | 1952 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 片倉寅吉 篠原経一 海老崎桑次郎 |
| 平成14 | 2003 | | | ○ | | | 海老崎桑次 中村雅一 中川睦雄 |
| 平成15 | 2004 | | | | ○ | ○ | 海老崎桑次 中村雅一 藤兼敏生 |
| 平成16 | 2005 | ○ | ○ | | | | 海老崎桑次 中村雅一 沖川公彦 |
| 合 計 | | 12 | 15 | 16 | 18 | 11 | |

※ ○は架替が行われた橋。グレーのセルは図面が残されているもの。

※ 史料上、他の人物に「棟梁」の表記が見られるものもあるが、ここでは工事における最高位と見られる技術者を棟梁と表記する。

図面、型板によって部材の加工が行われるが、河川上での最終的な架橋工事の前に、それらを実際に地上で組み上げる陸組という工程を経る。主要構造部分の部材の馴染みや不具合を調整するためであるが、併せて鞍木や助木、振止めといった補助部材や桁巻金の寸法確認もすることができる。アーチ橋3橋の橋脚間、傾きによる橋桁の寸法差を、中央の小棟木、大棟木を調整しるとして確保し、現場加工することで主要部材の精度の高い加工を行うことができています。

(b) 管理体制の伝承

錦帯橋は、創建以降、岩国領により管理されてきた。

錦帯橋は創建された翌年に流失し直ちに再建されたが、翌年の延宝3年（1675）より領内の武士から町人に至る全階級から橋催相（はしもやい）が徴収されたと言われている。これは橋の架替や修理のための費用とするもので、武士は石高10石につき1人役、屋敷1軒につき1人役の負担であったとされる。延宝6年（1678）からは、橋出米（はしだしまい）という税金として恒久的に徴収されることになった。この制度は明治4年（1871）の廃

写真 2-32 型板の様子（昭和の再建時）



藩置県まで続いた。この方法により弘化4年（1847）の頃には、毎年97石余り徴収されている。

明治時代に入ると、廃藩置県により岩国町（当時）が錦帯橋の管理を行うこととなった。

当時で1橋当たりの架替費用が約2万円、5橋で約10万円を要し、敷板5橋分の取替えでは約4万円を要していた。当時の町の年間予算は10万円程度であり岩国町だけで賄える状態ではなかったが、錦帯橋が国道に編入されたことで国・県の補助を得ることができ、また、吉川家からも援助を受けている。

大正4年（1915）に錦帯橋下流の臥竜橋を国道に編入したことに伴い、錦帯橋は町道となった。

昭和15年（1940）には、岩国町と周辺町村が合併して岩国市となり、市が錦帯橋の管理を行うことになった。

昭和40年（1965）、錦帯橋上流への建設が進められていた錦城橋が完成したことにより、昭和41年（1966）に錦帯橋の市道認定を解除した。同年には錦帯橋の設置等を定めた錦帯橋条例を制定し、これに基づく維持管理を行うとともに、将来の架替費用とするため、錦帯橋を有料化し、基金を設置した。

現在は、市町村合併に伴い平成18年（2006）に制定した錦帯橋条例に基づき、岩国市が管理を行っている。



写真 2-33 陸組の様子（昭和の再建時）