

論文の内容の要旨

論文題目 木造技術史からみる錦帯橋の技術と伝承

氏 名 任 叢叢

錦帯橋は、山口県岩国市の錦川に架橋された木造の多連アーチ橋であり、1673年の創建から現在まで架け替えを繰り返しながら継承されてきた。その独特な構造と340年間40回あまりの架け替えを経ても、ほぼ創建時の姿を保ってきたことから、昭和以後も、重要な研究対象として、数多くの学者に考察されてきた。これまでの研究では錦帯橋を木造アーチ橋梁の実例として、土木史、構造学、橋梁類型学の観点から特徴を把握することが多い。しかし、錦帯橋を生み出した伝統木造技術と大工文化に関して取り扱った研究は少ない。その要因としては、2点挙げられる。一つ目は橋であるため、土木の立場からの調査が多く、意匠設計や大工技術への関心が少ない。もう一点は、錦帯橋と似た様式の建造物が少ないため、技術の普遍性に欠けるため、研究対象として取り扱うには限りがある。そこで、本研究では、錦帯橋架橋時の社会背景に着目し、錦帯橋に影響を与えた技術と思想を明らかにし、錦帯橋を同時代のほかの木造橋と比較する。上記の方法により、錦帯橋の木造技術史上における価値を証明する。さらに、錦帯橋の変遷的な歴史を把握した上で、伝承方法について検討を行う。今後の架け替えで錦帯橋の歴史的価値を最大限に守るために提言をしたいと考える。

研究方法としては、第2章と第3章では、木造橋、錦帯橋、木造技術に関する文献に基づいて調査を行った。第4章では、江戸時代の木造橋の建設に関する史料を参照し比較研究を行った。第5章では、主に架け替えの担当者や、錦帯橋に関連する分野の専門家とのヒアリングに基づき意匠設計と伝承方法のポイントを明らかにした。以下、各章ごとの内容を摘記していく。

第1章「序論」では、研究の背景と目的を述べ、既往の研究を踏まえ本研究の方法を説明する。

第2章「世界の伝統木造橋の構造と錦帯橋の位置付け」では、産業革命以前の伝統的な木造橋の代表類型を分類し、各地域における木造橋の構造設計の特徴を総括した。錦帯橋の構造と比較して、一致するものが見つからなかった。錦帯橋以前に木造橋を有する地域は主にヨーロッパと中国である。ヨーロッパでは、ローマ時代からキングポストとアーチの技術が木造橋に用いられた、その後の木造橋の発展からみると、方杖とトラスとアーチ構造のユニットを重ねることにより、長大な木造橋の建設を実現した。大スパンの木造教会建築の小屋組からの発想だと推測した。中国では、石造橋が主流であり、優れた木造橋の例は東南地域の一部しか存在しない、編木橋のみであった。編木橋の構造は方杖橋の仕組上から発展されたと考えるが、部材は実は曲げモーメントが作用している梁に近い。中国の伝統木造構造思想により生み出された創造だと考える。上述の複数の構造類型がいずれも錦帯橋と著しく相違し、錦帯橋が他の国の木造橋の技術の影響を受けてデザインされたものだと考えにくい。

第3章「錦帯橋の設計思想と技術に関する研究」では、錦帯橋の創建に影響を与えた思想と技術の源流を整理した。錦帯橋が建設される前に、外形が円に近い太鼓橋が既に流行り始めた。建設の39年前に、中国から石造橋の技術が伝来し、アーチの原理を知る機会がある。上記を参照した上で、勿橋の仕組上に従来組立技術を活用したうえ、補強材、振れ止め材を追加し、金物を大量に使用して建設した。本章では、第一節に、古代における曲線を作る技術についてまとめた。錦帯橋のように直線材の角度を変えながら、全体的に折線を形成させた上で整形部材を埋め、なめらかな曲線を構成する方法は昔から社寺建築の屋根に用いられた。規矩術の秘伝書には、橋の反りに関する作図法は1788年出版された『方円順度』の中で始めて紹介されたが、それ以前の規矩術の記述からみるとコンパスを利用した作図方法が既に存在していたと考えられる。

第二節に太鼓橋の意匠設計が錦帯橋に影響した可能性があるとし唆した。太鼓橋の源流について整理した。平安時代の変相図の中の曲がっている階段や橋から啓発を受け、反橋を浄土寺院の臨池伽藍に用いた。17世紀から神社に転用して太鼓橋になったと推測する。

第三節では、反橋の橋体に用いられた技術の特徴をまとめ、それぞれの源流を考察した。その中で、巻金と錠を用いた組立部材の構法が松江城から考案した可能性が高いと考える。拱肋の間に挟んでいるバツ状振れ止め部材は愛本橋にも用いられたが、他の建造物に確認されていない。明治時代まで使っていた橋板の間に檜皮を打ち込む防水技術は造船の経験から学んできたことが分かった。また、補強材の鞍木と助木は他の建造物に発見していないが、鞍木は馬の鞍木道具からの発想ではないかと考える。さらに、錦帯橋は構造体から整

形材、補強材まですべて6寸角の小径規格材により設計され、木造建造物史上で特殊な例である。

第四節では、橋脚に用いられた技術を考察した。橋脚が石垣で作り、橋体が木造の多連橋という設計は日本初である。中国の西湖の有名な見どころである「蘇堤六橋」から啓発を受けて設計した説があるが、筆者は中国の多連橋を模倣したと推測した。石垣橋脚の多連橋は中国では数多く存在する。錦帯橋の橋脚の形状も、基礎の設計も中国の東南部の多連橋に似ている。また日本では築城技術が昔から発達し、築城技術から転用された可能もあると考える。多連アーチの構造技術の難点の一つはスラスト抵抗の工法にある。特に上部構造が木造、下部構造が石造の錦帯橋にとって、両側の拱肋の橋脚内部での接合方法が難問である。そこで、錦帯橋は隔石を使った。また、反橋解体の際に向こう側からのスラストで隔石が倒れる事を防ぐために、仮檣を用いて逆側の反橋を支持する。アーチ構造の力の流れを十分理解した上で開発した工法だと考える。唯一の隔石と類似した部材は、中国東南部で発見された多連石造橋に用いられた石板壁がある。隔石との関連性についてさらに検討する必要がある。

第4章「日本江戸時代他構造の木橋との比較」では、江戸時代の木造桁橋・刎橋・アーチ橋の建設に関する古文書から構法、樹種、建設費用の三つの項目について比較した。近世になると街道、道路の整備がなされ、盛んに橋もかけられた。その中ほとんどが木造桁橋であったが、愛本橋（1662、富山県）、錦帯橋（1673、山口県）、猿橋（1676、山梨県）のように特殊構造の木造橋も登場した。本研究で江戸中期に大都市で建設された仕様の標準化された桁橋と地方の有力者によって特殊工法で建設した木造橋の比較研究を行った。

構法の比較は、主要な構造体の部材の加工寸法や、部材の接合方、意匠の特徴などについて行った。結果として、錦帯橋の構法は他の木造橋と完全に異なることが明らかになった。寛保図から加えた平均木と葛石の使用だけが木造桁橋からの影響だと推測する。

構造材の樹種からみると、大阪の木造桁橋は杉、江戸の木造桁橋は檜、愛本橋は杉、猿橋は杉と檜が用いられたことが分かった。錦帯橋は要所の二番桁と大棟木が檜、他のすべての部材に松を使っていた。この点も他構造の木造橋と異なる。

建設費用からみると、錦帯橋の柱橋の部分については、坪当たり単価が他の桁橋と大して変わらない。しかし、反橋の部分の坪当たり単価が桁橋より高く、刎橋である猿橋と神橋より低いため、内訳をみると、スパンがほぼ同等の橋と比べ、錦帯橋は木材の使用量が少なく、金物の使用量が圧倒的に高く、総費用の半分以上を占めたことが分かった。さらに、小径標準材の使用や、再利用可能な金物を大量使用することが、費用削減の方法とも考え

られる。

第5章「錦帯橋の意匠設計と技術の伝承」では、錦帯橋の架け替えの歴史を踏まえた上で、平成の架け替えを担当した大工への取材内容に基づき、古図面、古文書、道具を参照して錦帯橋に対する技術伝承の方法と構造の変遷を明らかにした。創建から寛保元年まで架け替えの間隔は非常に短い。10年ごとに、真ん中の三つの橋を対象に架け替えを行い、両側の柱橋の架け替えも交替で行った。寛保元年から、一橋ずつ架け替えが行われ、全ての橋の寿命が延ばされ、資金の調達と技術の伝承はよりよく進められた。近代に入ってから、新しい技術の導入に伴い、橋の耐久性の向上をめざしたが、架け替え工事の間隔が28年～51年に長くなり、技術の伝承が弱まった。平成の架け替えからこの教訓を汲み取り、平成16年以後一橋ずつの架け替え制度に戻すと計画し、間隔は20年に縮める予定がある。

寛保元年から一橋ずつの架け替え制度を設けるのと共に技術の伝承のための工夫がされた。反橋三つのそれぞれの水平垂直寸法が毎回架け替えの図面に残され、それに基づき原寸大定規を作った。そして、定規を用いて型板の配置や、実材の陸組と工事を行ったと推測する。平成の架け替えに水平垂直寸法の使い方を失ったため、古図面から錦帯橋の作図法を求める準備作業が行われた。担当者の大工へのインタビューを介し、一番古い元禄図に対する研究から幾何学的ルールの見つかった経緯および平成の錦帯橋の設計図の作図手順を明らかにした。

また、古図面と史料で錦帯橋の構造的変遷について整理を行い、複数の改良点をまとめた。その中、補強材の鞍木と助木の追加、後詰の一体化、角鋸の追加などがアーチ構造に対する理解の深まりだと考える。

今後の錦帯橋の文化遺産としての保存と修復に関して、錦帯橋の再設計や架け替え工法の復原など様々な課題がある。そこで、筆者は歴史の研究から橋体の形状設計と橋脚の復原設計方針についていくつかの意見を出した。

第6章「まとめと今後の課題」では、本研究から得た結論を述べ、今後の課題について記述する。