

錦川の氾濫と錦帯橋橋脚部の工法について

山口大学工学部 正 羽田野袈裟義
建設技術研究所 正〇吉 崎 恭 隆

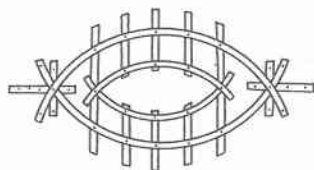
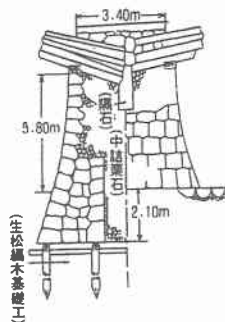
1. まえがき

過去に起こった自然災害を調査し、その復旧やその後の災害対策における土木工学の果たした役割を明らかにし、自然との関わりの中で将来あるべき土木工学の姿を検討することは重要である。とくに、日本の河川において試行錯誤を経て採用された日本古来の河川技術を科学的な立場から検討することは、最近認識され始めた多自然型の河川づくりの方向を考える意味でも重要である。ここでは1874年に建設されて以来昭和25年の流失まで約280年持ちこたえた錦帯橋とその周辺の工夫の河川工学上の意義を文献調査により検討する。錦帯橋は、1673年に岩国藩第3代藩主吉川広嘉により約10年の準備を経て創建されたものが翌年5月に洪水により流失したため、1674年に再建されたものである。この橋の橋脚部の構造は築城技術を駆使した石垣方式であり、橋脚周辺は洗掘を防ぐために種々の工夫がなされている。

2. 橋脚部の構造¹⁾・²⁾

(1)形状と配置 橋台は、紡錘形の錐台（底面積が上部と下部で異なる）で、長軸を流れに沿う方向に向けて構築された。その上下流端となる部分は鋭角で舟のへさきのようなものである。また、4つの橋台の向きは、河の流れの向きに応じて少しずつ変えている。

(2)橋台とその基礎 地質調査によればこの付近の河床は少なくとも1.5m厚さの細砂混じりの砂れき層であることが判明している²⁾。当時は急流の砂れき層に浅い基礎しか施工できなかった。このため、河床から約2m下方を頂点として生松丸太を砂れき層に打ち込み、その数本の頭を基準として木を編んで作った図-1のような“編木台”を設置している。そしてこの編木台を基盤として橋台を築いた。図-2に示すように、橋台の外壁はそりをもたせて傾斜した石垣を築き、重要な石は小穴をあけて鎖でつないだ。図-2は橋台の石垣の概略図である。内部には栗石を詰めている。この栗石は内側から石垣を支えている。これはセメントで石と石の間の隙間をつぶした構造でないため、外部の水位変化に内部の水位が追従するため内外の水位差による浮力や、橋台を外側から締め付けたり内部から膨らますような力の発生を抑えている。また、隙間の存在のため橋台上流面と下流面の水位差により橋台に作用する流水抵抗を減少させている。橋台内部に詰め込まれた栗石は年月を経ると次第に締まっていくため、その詰め足しが必要である。ギジ台風の洪水ではこの詰め足しを怠ったことが流失の原因とされている。

図-1 編木台²⁾図-2 橋台の概略図¹⁾

橋台の上部には隔石を用いている。橋台は橋体の重量を支えるが、桁は鉛直力と水平力を橋台におよぼす。隔て石は、橋台から両側に伸びた2本の桁の桁尻と接しており、2桁が橋台におよぼす力すなわち支点反力のうち互いに反発する水平力を両サイドから受けとめて打ち消し合う。つまり隔て石の存在により橋台に作用する水平力は大幅に抑えられる。

(3)河床の敷石 河床の安定は錦帯橋にとっては特に重要な問題である。このため、橋台周辺は敷石としその維持管理は特に入念に行っている。橋台近傍では3層の張り石とした。まず橋脚の上下流にそれぞれ108mにわたり大石・中石・小石を混ぜ合わせた捨て石を施した。これが下層である。そして、橋脚の上下

流それぞれ72mにわたって下層の上に雑石を用いて捨て張り、中層の粗敷石を構成し、さらに橋脚の上下流それぞれ36mにわたって雑割石をもちいて敷き均し中層になるように仕上げた。錦帯橋周辺の敷石はふつうの床固めの効果すなわち洗掘防止の効果を果たし、橋脚近傍では根固めを行っていると思われる。後者については、橋脚近傍に均等な荷重を掛けることにより橋脚直下の砂れきがその周辺に向かってせり出していくことを防ぐ効果を期待したと考えられる。



図-3 錦帯橋周辺図

3. 流失の原因

錦帯橋の管理上の最も重要なことは河床の安定化と、橋台内部の栗石の詰め足しである。昭和25年の流失ではこの2つを怠ったためである¹⁾。まず、河床の安定化であるが、これは戦後の復興期に大量の砂利採取が行われたことと戦争中に山河が荒廃したことから河相が変化し河床敷石を破壊させたことが原因とされている。これが間接原因である。錦帯橋流出の直接原因となった橋台崩壊については、次の目の目撃者の談話がある²⁾。橋台・橋体に横山側（藩庁側）から番号を付けると、

- ①第二橋と第三橋を支える第二橋台の下流に面する上部の中ほどに穴があき、それに激流が打ち込んだ。
 - ②第二橋台が崩落したら第三橋が墜落しさらに第三橋台にも大穴があいて築石が崩壊した。
 - ③第三橋台が崩落したらすぐに第四橋が墜落したが、墜落は一端で他端は第四橋台に架かって止まった。
 - ④第一橋台と第四橋台は崩壊しなかった。このため第一・第五橋梁は流失を免れた。
- ①で外壁の石が抜けたことからこの石を支える栗石がすでになかったことになる。そして激流が内部に流入して栗石表層を順次洗い出したため、外壁の崩壊が順次下部へ進行したと考えてよい。

4. 河床の安定化の工夫

錦帯橋の管理上の最も重要なことは河床の安定化と、橋台内部の栗石の詰め足しである。河床の安定化についての直接的な手だては2、(3)で述べたとおりである。より広範囲の対策として、橋の下流3kmに堰堤を設置するとともに一帯に堤防をつくらず上流のたで河原地区を遊水地とした。これらは洪水時の流速を抑えることにより、掃流力を抑えて河床洗掘防止するとともに、橋台に作用する流水抵抗の抑制と栗石の吸い出しの防止をねらったものと考えてよい。堰堤は河床安定化のほか潮止めの機能も果たしている。

5. 結語

以上、錦帯橋の構造や付属物の配置や工夫について河川工学的に検討した。日本の河川では取水用の堰が設置されていることが多く、洪水時には堰近傍の堤防決壊の危険があるが、これに対して近代科学としての現在の河川工学が有効な解決策を持ち合わせているとは決していえない。錦帯橋の特に橋台の構造はこれについての何かのヒントを与えるはずである。また、このような文化財は現存しなければ土木技術者に注意を喚起する力を失うであろう。昭和25年に流失した後、再建に向けて努力された関係者に対し敬服する次第である。

参考文献：1)伊藤正一：錦帯橋物語(1989)(日新堂)，2)堀井健一郎：土木学会誌、54-5(1969)