



Special Features / Engineering's Heritage III Beyond the Years of our Life China

匠の作ったアーチ橋「安濟橋」

中国・河北省石家荘



株式会社 日本構造橋梁研究所 設計第二部設計第四課/課長
上野淳人
UENO Junto

特集
土木遺産III
悠久の時を超えて 中国

1—世界一だったアーチ橋

河北省の省都・石家荘から東南へ40kmほどにある趙県は、西遊記で有名な玄奘三蔵が一時学んだという柏林寺が現在も残る、長い歴史を持つ町である。この町



写真1—安濟橋を建設した李春像

の郊外に架かる安濟橋は、1400年の長きにわたり使用されてきた石造りのアーチ橋である。安濟橋は、趙州橋、趙州大石橋とも呼ばれている。

安濟橋の完成は、随代(581～618年)中期で日本では飛鳥時代にあたる。

安濟橋のアーチ支間は、建設後730年余り世界一であった。さらに、石造りのアーチ橋では、丸いお椀のようなアーチに比べて弓のようなフラットなアーチが力学的に難しい構造であるが、安濟橋のフラットさは、950年余り世界一であった。

2—1400年使い続けられた石橋

随代当時、趙県は交通の要所で道が四方にのびていたが、南へ3kmほどにある幅50m程の洺河に行く手を阻まれるため、橋の建設が必要となった。道には行き交う人々が溢れ、川には船が絶えることがなかったことから、橋をわたる人にとっては歩きやすく、船の通行を阻害しない、フラットで橋脚のない橋の建設が求められた。



写真2—安濟橋側面



写真3—28枚の薄いアーチ

そこで、李春の手により、非常にフラットなアーチ橋が造られた。完成は西暦595～605年の間であったと考えられている。その後、橋面や欄干は交換されたが、橋の主な骨組みは建造時のまま使い続けられた。中国解放後の1953～1958年に大修理が実施されたが、1984年まではバスやトラックが普通に通行していた。

1400年の長きにわたる風雪に耐え、地震や洪水などの幾多の天災に曝され、建設当時には想像もつかなかった自動車荷重を支え続けてきた構造は、驚きを越え、神々しささえ感じられる。

3—安濟橋の技術

1933年に清華大学の梁思成教授によって安濟橋の測量が実施されている。これによると橋長50.82m、幅員9.6m、アーチスパン(アーチの差し渡し距離)37.02m、アーチライズ(アーチのそりの高さ)7.23mである。

安濟橋のアーチライズは、アーチスパンの1/5しかなく、非常にフラットなアーチであることが特徴である。アーチスパンに対してアーチライズが小さいほど技術的に難しくなる。古代ローマの水道橋などの真円アーチの場合は1/2であり、一般に1/4でフラットアーチと呼ばれる。安濟

橋の1/5はイタリア・フィレンツェのサンタ・トリニタ橋の完成まで、950年余り最もフラットであった。そして、このフラットさが、安濟橋に力強さと勇躍さを与えたことは間違いない。

アーチを下から覗くと、28枚の薄いアーチが横に並んだ構造であることが分かる。薄いアーチを1枚ずつ造ることの利点は、施工中のアーチを支える支保工が小さくて済むことである。この様にして、重機等がない時代には、人力により大きな構造物を造り上げたのであろう。また、28枚のアーチが独立していることから、アーチの一部が崩壊しても、全体の崩壊につながらない。28枚のアーチのうち西側の5枚が清代(1616～1912年)に修復され、東側の3枚が1953～1958年の大修理の際に修復されたが、中間の20枚は建設時のまま残っていて、橋梁として十分に機能をはたしている。通常の状態では28枚のアーチがバラバラになることがないように、各アーチが中心に向かってもたれかかるように配置され、アーチ全体を細長い鉄の棒(鉄拉杆)で繋ぎ、さらにアーチ上に幅広の石板(護拱石)を載せてアーチを密着させる工夫が凝らされている。

安濟橋はアーチの両肩に小アーチを有する、中国で

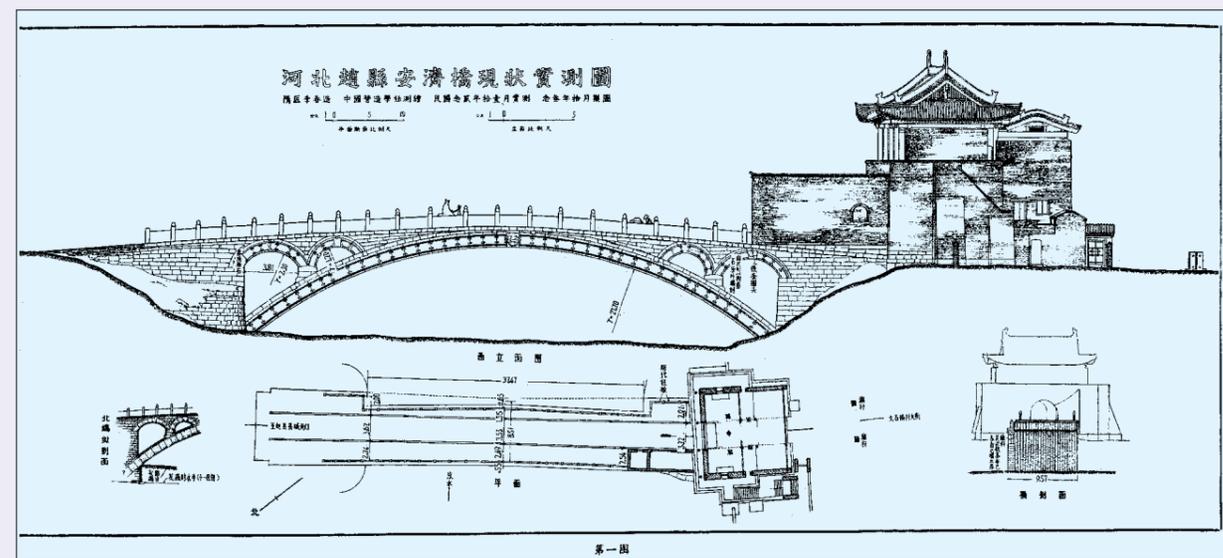


図1—梁思成教授による実測図(文献1より転載)



■写真4—アーチ頂部にある竜のレリーフ ■写真5—アーチを繋ぐ樑 ■写真6—水を治める神トーティエが彫られた高欄



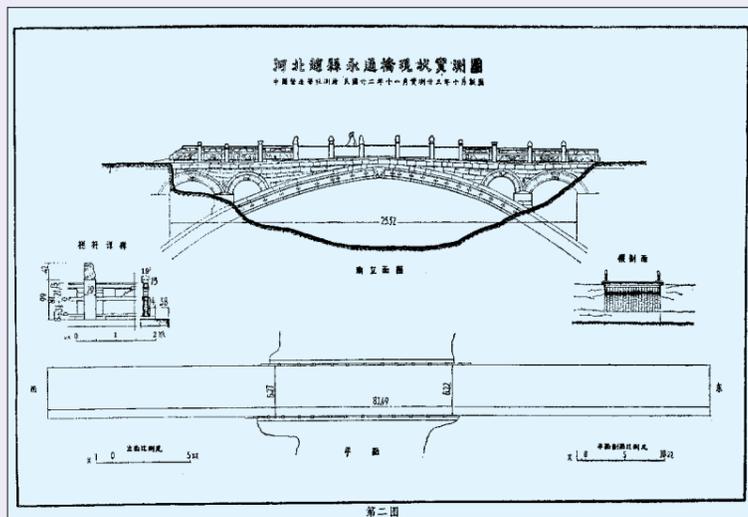
■写真7,8—仙跡の実物と復元された仙跡 ■写真8

敞肩式や空腹式と呼ばれる形式になっている。この形式の利点は、美観の向上、洪水時の水圧低減と、支持層に見合った自重の軽減である。1966年に襲ったM7.2の地震においても、震源から40kmの位置にありながら安濟橋は安全であった。さらに1963年の大洪水では、橋面の直ぐ下まで上がった水が橋を揺らしたが、橋は無事であった。ヨーロッパにおいて、アーチの両肩に小アーチを有する本格的なアーチ橋の出現は、1883年に完成したルクセンブルグのアーチ橋まで待たなくてはならなかった。

安濟橋の特徴は、力の流れとアーチの形が殆ど一致した合理的な形状をしていること、橋の自重が自然の状態の地盤が支えることができるギリギリの大きさになっていること、左右の橋台の沈下差がわずかであること等である。当時の技術力の高さ、設計の正確さには驚嘆する。この様な技術の妙はどこから生まれたのか空想するだけで、土木技術者の心を熱くする。

4—仙跡：安濟橋にまつわる神話

中国では、巧みな建設や出来そうもないことを仕遂げた時に、「魯班ばなし」として称える風習がある。魯班は春秋時代(BC770～BC403年)に実在した腕利きの工匠である。李春により建設された安濟橋にも、次のような「魯班ばなし」が伝わっている。



■図2—趙州小石橋といわれる永通橋(文献1より転載)



■写真9—保存されている高欄



■写真10,11—米国土木学会国際土木工歴史古跡の碑と銘文



■写真11

橋を欲している人々の願いを聞き入れ、魯班が夜通しかけて一晩で橋を完成させた。これを聞きつけた八仙の一人である張果老、皇帝の世宗紫榮、太祖の趙匡胤の3人が、橋がどれほど堅牢なものかを試しにやってきた。ロバに乗った張果老はロバの背に太陽と月と星を隠しており、車を押した紫榮は車には5つの山を隠して橋を渡ろうとした。これには、さすがの魯班が造った橋も持ちこたえることが出来ず、ぐらぐらと揺れ始めた。魯班はこれを見ると、直ちに自ら川に飛び込み両手を橋の東側に当てて橋を支えた。

この時に、橋面には、ロバの蹄の跡、車の轍、つまり紫榮の膝の跡、張果老の落とした笠の跡が残りに、アーチの側面には橋を支えた魯班の手の跡が残った。これらが、仙跡と言われているものである。1953年の大修理の際にこれらの仙跡が発見されたそうである。現在でも橋詰めにある資料館には、仙跡の残る石版が展示されている。面白いことに、大修理にあわせて仙跡も復元されている。

これらの仙跡を現在の力学的に観察すると、車の轍は重い車が橋を通る際の通行位置(橋の両端を車両が走ると構造的に不利となること)を示し、手形の位置は橋に問題が生じた際に支保すべき位置を示している。橋を維持管理する際の注意のマークが、仙跡という伝説として後世に伝えられとも考えられ、昔の人の知恵を垣間見たようである。

河北省趙県にある趙州小石橋とも言われる765年建設の永通橋は、安濟橋と同形式の橋梁で、そのアーチ支間は安濟橋の2/3程度で、橋長は半分ほどである。この趙州小石橋が魯班の妹の作として伝わるのを聞いたとき、中国の伝説のおおらかさを感じ、思わず微笑みがこぼれてしまった。

5—中国の誇り

安濟橋が1400年の長い時間を生き抜くことができた理由は、技術的裏付けと丁寧な施工によるところが大きい。その上で、適切な維持管理がなされてきたことも見

逃せない。仙跡による維持管理の戒めや、有力者による維持補修のための寄付が行なわれたことも忘れてはならない。橋詰めにある資料館には、かつて使用されていた高欄や柱の遺構が展示されているが、精緻な彫刻と共に修繕のために寄付金を出した人の名前が刻み込まれている。当時、安濟橋の補修のために寄付をすることは、有力者のステイタスだったのかもしれない。安濟橋は、橋を守ろうとした多くの人々により、今日まで生き抜くことができた。

安濟橋は、1961年に中国の重要文化財にあたる全国重点文物保护单位に指定された。さらに、1991年に米国の土木学会より国際土木工歴史古跡として銅メダルを受賞した。安濟橋は中国のみならず、世界の重要土木遺産として認められたわけである。

6—アーチ橋の匠

安濟橋は、何人もの匠を生み出した。安濟橋を建設した匠である李春、伝説の匠である魯班である。さらに、維持管理の寄付金を出した有力者、調査して世に紹介した学者も匠といえよう。

中国は、現在でも様々なアーチ橋を作り続けている。中国における道路橋の70%をアーチ橋が占めているとの統計もある。その材料は、石、コンクリート、鉄、コンクリートと鉄の複合と様々である。さらに橋軸方向に並んだ数本のアーチを直角方向の小アーチで繋ぐ新形式である双曲アーチも生み出した。中国人はアーチ橋の匠なのかもしれない。

- 〈参考文献〉
- 1) 趙県大石橋即安濟橋：梁思成、1934、中国营造学社
 - 2) 中国の古い橋と新しい橋：茅以昇、1976、中国国際書店
 - 3) 中国の科学と文明：Joseph Needham、1991、思堂社
 - 4) 中国名橋物語：武部健一、1987、技報堂
 - 5) 橋：小山田了三、1991、法政大学出版局

〈取材協力〉趙県文物保管所

- (写真提供：P18上、2、8、米岡 威
3、4、6、阪口直人
5、浅野泰弘
1、7、9、10、11、竹松伸一郎)