

I - 36

東北地方の石造アーチ橋に関する調査・研究

東北学院大学工学部 正 員 樋渡 滋

同 学生員○小山 正人 大石 玄

高嶋 慎一 左右田 博

1. 序論

石を一個ずつ積み上げて造った石造アーチ橋が持つ味は、コンクリート橋や鉄橋などでは見られない独特なもので雅趣もあり美しさもある上、他の構造とはまた別の性格を描きだす。

紀元前4世紀頃メソポタミアから生まれたアーチ工法は、古代ローマ人の手によって開発され、広大なローマ領域内に普及しヨーロッパ全域へと広まった。石造アーチは良い維持管理によって今日その偉大な姿を見ることができるものが残っており、その石肌は長い年月をかけて自然が作り上げた素材の耐久性、美しさを示している。我が国でこそ石造アーチは珍しく、1502年に中国から移入された沖縄県那覇市の天女橋、本土では100年以上おくれた1634年に長崎の眼鏡橋をはじめ、九州の各地に広まり西から東へと技術が伝来し、関東、東北へと普及した。そして、明治初期に建造された石造アーチ橋が東北にも現存する。それらの中には現在も車道として使用されているものもあり、当時の技術水準の高さを見せている。その石造アーチのいくつかを調査・研究したので紹介する。

2. 本論

1) 石造アーチの利点

I. 半永久的に使える

私たちは橋梁の設計寿命は50～60年くらいで、実際は倍くらいの100～120年は大丈夫であろうことを何となく期待していた。ところが床版の疲労破壊が、自動車荷重50万回、約15年で訪れ、主桁もその倍の30年程度で寿命を迎えることを知った。橋梁の損傷は部分的なことが多いのだが、現在の橋梁のように連続体で設計されたものは部分的な補修が難しく、一部の損傷に対しても橋全体の架け替えが必要になってくる場合もある。一方、石橋も長い年月の間には損傷が生じるのだが、幸いすべての石材はバラバラのため、損傷部分を取り替えるだけですむのである。石橋はこうにして、補修を繰り返すことで1000年、2000年の寿命を得ることができ、この合理性や物とのつきあい方の基本は、改めて考える必要がある。もちろん早く、安く作ることも当然であるが、大切に長く使うことにも配慮しなければならないだろう。

II. 耐久性・安全性が高い

耐久性・安全性に関する石橋の力学的特性には以下のことがある。

- ① 荷重に対し、アーチ構造から石材の圧縮力で対応するため、非常に強固である。
- ② 地震のような繰り返す荷重には石材間の伸縮が減衰効果を持ち、安定する。
- ③ 基礎がある程度変位してもアーチは変位に追従し、安定を保つ。
- ④ 安定が石材などの自重によるため、洪水時の浮力はこれを低減する。
- ⑤ また、洪水のような定常的な横方向力に対しては一定力で石材が遊離する。
- ⑥ 石橋の寿命は石材の風化によるところが大きい。風化しやすい凝灰岩でも、100年で1mm程度である。（花崗岩などはほとんど風化しない）

III. はぐくむ心と環境への調和

現在の示方書、マニュアル中心の合理性を追求するだけでは結果として、不合理になっていることがあり得る。設計作業も、施工作业も示方書を適用するだけでは、創意工夫・発展の機会を自ら摘むことになっているかもしれない。石橋を通じて、物づくりの心、物をはぐくむ心を体感できる可能性がある。さらに、石橋は時間がたつほど環境になじみ、小さくても現代の長大橋とは異なった魅力を感じることができる。

2) 石造アーチ橋の造り方

I. 木材でアーチ（輪石）を支える為の仮枠（支保工）を組み立てる。この場合、川の流れを変えるなどの工事を行うこともある。

II. 石造アーチ橋で一番大事な箇所は、アーチリングなどと呼ばれる半円ないし、それに近い弧をなす部分で、普通には輪石とか迫石と呼ばれる楔形状の切石で、左右の下方から順に積み上げ、輪石を組んだ部分から壁石も積んでいく。そしてアーチの頂上部で組み合わせる最後の輪石のことを、特に「要石」、キーストーンと呼ぶが、文字通り一番大事な部分である。

III. 要石を設置した段階で支保工を取り除きアーチは完成する。アーチの石と石のすき間が徐々にしまりビチビチと音を立て、しっかりと噛み合わされる。支保工を取り除くこの瞬間が、一番緊張する時だとのことで、うまく噛み合っていない時は崩れ落ちてしまう。

IV. アーチ石の上に壁石を積んでいく。壁石の積み方は様々で、平行積みや、自然石をそのまま積み上げる乱れ積み等がある。

V. アーチ石橋の構造上最も重要な部分は輪石であり、壁石は崩れた場合、そのたびに積み上げればよい。

VI. 最後に欄干を造れば完成である。アーチを形成する曲線は円周の一部を使う場合が最も多く、時には楕円や放物線、その他の曲線を使用する場合もある。半円にするのが力学的には一番安定するが、川幅や水面までの高さの関係から、半円に満たない円周の一部を用いて扁平な欠円にする場合もあり、実際には欠円のほうが多い。

3) 使用石材

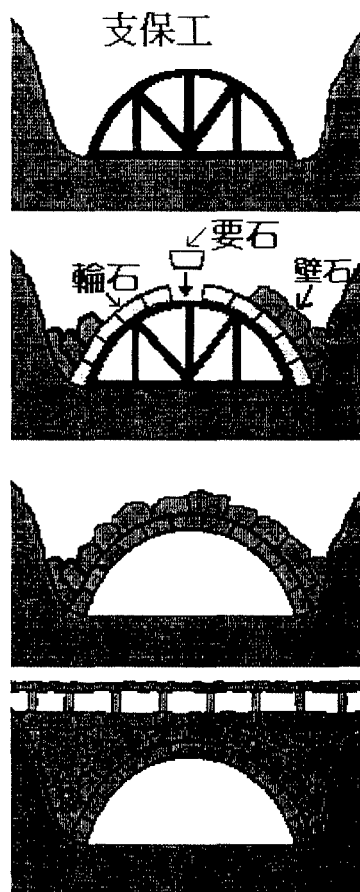
右の表は、私たちが調査を行った橋の橋名および使用石材を記したものである。東北の石造アーチ橋の石材には主に凝灰岩が使用されており、その他には花崗岩が使用されている。

東北地方の岩盤は、第三紀中世期（約2400～200万年前）に形成された火山－堆積岩岩盤であるグリーンタフ（緑色凝灰岩）が広く分布している。また、福島県の太平洋側と岩手県の北上山地には、花崗岩が分布している。凝灰岩は最軟岩に分類されるが、圧縮強度はコンクリートと同程度を示し、産地が近いこと未熟な技術でも加工しやすいことなどが多用された理由であると思う。さらに、力が集中するアーチに使った場合、多少の凸凹でも尖った部分がつぶれて適当にアジャストするという利点もあった。

3. 結論

石造アーチ橋は、何十年と風雪に耐えながら端然とした趣を残している。私達も、実際に石造アーチ橋を目の当たりにし自然との調和や風情、そしてただ石を積み上げただけで、現在も車道として使われるほどの強度を確保していることに感動すら覚え、当時の技術水準の高さを改めて感じた。国や県などの指定文化財として脚光を浴びている橋もある一方、崩れかかりながらも静かに余生をおくる石橋も多いが、20年後30年後もその場所に変わることなく残していけるよう、石造アーチ橋の素晴らしさを多くの人達に伝えたいものである。

【参考文献】 山口 佑造：「石橋は生きている」 葦書房有限公司 その他



県名	橋名	使用石材	岩石名
宮城県	小滝沢橋	秋保石	凝灰岩
山形県	硯橋	大門石	〃
〃	新橋	〃	〃
〃	中山橋	中山石	〃
〃	堅盤橋	――	〃
〃	吉田橋	――	〃
〃	小巖橋	――	〃
福島県	松川橋	びくに石	――
〃	旧祓川橋	――	花崗岩