

ライフサイクルコストが最小で美しい 永久橋

日本工営株式会社 フェロー・特別上級技術者〔鋼・コンクリート〕 大島 久

1. はじめに

資格分野の専門は、橋梁である。

「50年後の国づくりに向けて」のテーマから、「50年後の橋梁はどうあるべきか」と考えると、無限の回答が考えらる。

そこで、50年後を100年・1000年・「公共構造物の“橋”は永久橋であるべき」と目標を拡大し、「公共構造物の橋のライフサイクルコストは最小であるべき」という「コスト」の条件と、「公共構造物の橋は美しくあるべき」という持論の「景観」も条件に加えて、「ライフサイクルコストが最小で・美しい・永久橋」を提案したい。

2. 実例：ファブリチオ橋

写真の橋は、イタリア・ローマのファブリチオ橋である。

BC62年に建設され、幅員は7m・支間20m・2連・石造アーチ橋で、現在でも自動車交通と歩行者に役立っている。2000年以上の年月を、橋としての機能を果たしている。

今後、数十年・数百年後まで、橋として存続するだろう。

この橋は、間違い無く「永久橋」と言はなければならない。

橋体の材料は石（花崗岩）であり、アーチ構造で支承・伸縮継手がない。破損した石の一部を取り替えた程度で、建設後の維持費は殆どかかっていない。

橋の中央にある空間は、洪水時の水を流して橋体への水圧を減少させるためのものであり、美観・景観にも役立っている。下流に同時代に・略同じ規模の橋があって、洪水時に流された残骸がある。中央に空間がなかったのが流失の原因だと記されている。

ローマは沢山の地震の記録があり、この橋は、地震に堪えてきた。石造アーチ橋は、耐震性が大きい。

石造アーチ橋は、建設費が安い。（地盤が良好で、石材の入手が容易な場合）。

構造的に優れていて、建設費が安く、維持費が少ない本橋は、ライフサイクルコストが小さい。……世界で最もライフサイクルコストが小さい橋か？……「ライフサイクルコストが最小」である。

「美しい」！！写真に見られるように、大人も子供も大勢の人々が写生している。毎日毎日そして2000年以上人々に愛され・眺められ・描き続けられている。皆が「美しい」と見ている。

「ファブリチオ橋」は「ライフサイクルコストが最小で・美しい・永久橋」である。



写真

ファブリチオ橋
イタリア国・ローマ市
橋長：40m
支間長：20m・2連
幅員：7m
石造連続アーチ橋
BC 62年 建造

1972年・筆者撮影

キーワード：ライフサイクルコスト、橋梁計画、景観、支承、伸縮継手。

〒134-0087 東京都江戸川区清洲町1-3-3-1001、 TEL&FAX : 03-3878-1627、 e-mail : qobridge@hyper.ocn.ne.jp

3. ライフサイクルコスト

ライフサイクルコストの定義は、必ずしも確立してない。例えば、ライフサイクルの評価期間の決定方法、維持管理費や架け替え費の推定手法、架け替えや修繕作業時に発生する交通障害による経済損失の評価方法などなどである。

ここでは、「初期の建設費+維持管理費+架け替え費+修繕・部材交換・架け替え期間の交通障害による経済損失のコスト」を「対象とするライフサイクル」で考える。

「ライフサイクルコストを無視した通常の橋梁計画」では、道路規格・幾何構造などの「道路条件」、荷重・幅員構成などの「橋梁条件」、河川計画・桁下などの「交差条件」、地質・地研などの「自然条件」などから、コントロールポイントを選定して「橋長・支間長・上部構造・下部構造」などを決定する。

「ライフサイクルコストを考慮した橋梁計画」では、「ライフサイクルコストを無視した通常の橋梁計画（初期の建設費）」に「維持管理費+架け替え費+修繕・部材交換・架け替え期間の交通障害による経済損失のコスト」を加えて「ライフサイクルコスト」を算定する。

「ライフサイクルコスト最小の橋梁を選定する」には、支間長・上部構造・下部構造を変えた橋梁計画案を多数作成して、それぞれのライフサイクルコストを比較して、最小コストとなる橋梁を選定しなければならない。

コストを現在価値とすると作業量軽減されるが、量的には膨大な作業量となる。また、上記のようにコストの算定基準が確立してないので、数値の信頼性が低く、「ライフサイクルコスト最小の橋梁」を選定することは、現状では困難である。

一方、「支承と伸縮継手のない構造」は、「支承と伸縮継手の修繕・部材交換の費用、および、作業期間の交通障害による経済損失コストが発生しない」。また、「支承」は地震時の弱点であり、「伸縮継手」は、通過車両に衝撃を与え、交通の障害である。

また、「架け替えが不要な橋梁（永久橋）」は、架け替え費および作業期間の交通障害による経済損失コストが発生しない。木橋の錦帯橋は、数十年で腐食の為に架け替えられている。自然石の石橋は風化せず、耐久性が大きい。

以上から、「支承と伸縮継手がなく、架け替えが不要な橋梁（永久橋）」は、「維持管理費は通常のコストが必要」であるが、「架け替え費+修繕・部材交換・架け替え期間の交通障害による経済損失のコスト」が不要であり、「初期の建設費が小さければ」「ライフサイクルコスト最小の橋梁」といえる。

前記の「フアブリチオ橋」が該当しよう。

「支承と伸縮継手がなく構造」とは、「ラーメン構造の連続体」であるから、「連続ラーメン構造（連続アーチ構造を含む）」である。「連続ラーメン構造（連続アーチ構造を含む）」が「ライフサイクルコスト最小の橋梁」と言えよう。

4. 景観・美しさ

前記の「フアブリチオ橋」は、高欄の上に彫刻・彫像がなく、高欄が地元の特産品のレリーフが嵌め込まれてない。

橋体の側面に彫刻・彫像がない。

橋体の自然石がテクスチャーとしての陰影があって、美しい。

洪水の水圧を軽減する為に、最大限の空間を橋体側面に設けた。この空間が、美しい景観を創出している。

「公共物の橋梁は美しくなければならない」。橋梁の美は、装飾で飾るのではなく、構造物が持つ美しさを引き出す技術によって、創出するのが良い。

「支承」は、橋梁の上部構造と下部構造の連続性を切断し、景観を阻害する。連続とするために「目隠し（支承隠しの化粧板）」を設置する例がある。景観には「目隠し」は役立つが、支承の掃余、交換など維持管理では、障害となる。

「支承がない構造」が、美しい。

「伸縮継手」は、景観上の障害でもある。

「支承と伸縮継手がなく構造」が、美しい。

連続構造は優美で美しい。単純桁は等断面（等桁高）であり、外観が重く、橋脚毎に連続性が切れるので、美しい。

「連続ラーメン構造（連続アーチ構造を含む）」が、美しい。

5. おわりに

「公共構造物の橋梁は、ライフサイクルコストが最小で・美しくあるべき」という前提で検討した結果、「ライフサイクルコストが最小で・美しい・永久橋」は、「連続ラーメン構造（連続アーチ構造を含む）」であった。

いろいろな架橋条件から、連続ラーメン構造が選定できない場合は、当然、他の形式の橋梁が計画されよう。

また、連続ラーメン構造の技術的な課題としては、「長支間化の技術開発」「下部構造と上部構造の接合部の開発」「曲線梁の温度分布と伝播の解明」などがある。

これらの課題を解決して、「連続ラーメン構造（連続アーチ構造を含む）」が採用され・発展することを、「50年後の国づくり」「100年・1000年後の国づくりに向けて」期待したい。

以上