

洗掘による橋脚の洪水被害と予防保全

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○西川 和廣

近年、我が国は数多くの大水害に見舞われている。2019 年 10 月に襲来した 19 号台風では東日本を中心に甚大な洪水被害をもたらしたが、道路橋についても 20 橋が倒壊や沈下、橋台背後の流出などの被害を受けた。多くの被害を受けた河川管理者は、管理のあり方について再考が突きつけられた形だが、道路管理者あるいは橋梁技術者としても、考えなければならないことが少なからず存在する。河川と道路との接点としての橋梁の視点に加え、昨今のインフラメンテナンスの最大の目的である長寿命化を目指した予防保全の観点から、道路橋の維持管理について考察を行った。

1. 橋梁下部構造の洗掘と点検技術

河川に設置される橋梁の下部構造において、流れを阻害する橋脚の周りの流速が早くなるため、周囲の地盤が洗い流される、いわゆる洗掘が生じることは、橋梁技術者にもよく知られている。直接基礎の場合には、最悪の場合、フーチングの底部がえぐられ、増水した流れによる圧力により橋脚が移動あるいは転倒することで、上部構造の沈下や崩落に繋がることがある。筆者の記憶では、1995 年の兵庫県南部地震以前では、落橋事故の大半は洗掘によるものであったが、近年、改めて増加しているように感じられる。

洗掘による落橋事故としては、鉄道橋ではあるが 1982 年 8 月、台風による出水により、東海道本線富士川橋梁の橋脚が倒壊してトラス橋が流出した事例がよく知られているが、これ以降、洗掘による落橋事故を未然に防止するため、さまざまな点検技術が開発されてきた。復旧した富士川橋梁では、橋脚の振動性状をモニタリングすることによる洗掘の危険性検知技術が開発されたが、これは対象とする橋脚そのものの振動性状を計測しておき、出水時にリアルタイムで振動性状を計測し解析することにより倒壊の危険を察知するもので、そのためには計測設備を常時存置しておく必要があり、道路橋での採用には至らなかった。

洗掘を対象とした点検は、潜水により直接を確認する方法が一般的であるが、洗掘部は出水が収まった後に速やかに土砂に埋もれてしまうため、出水の最中に計測しなければ意味がないが、それはかなり危険な作業になる。ポールにより洗掘深を計測する方法やソナーを積んだラジコンボートによる計測等、様々な技術が開発されたが、定期点検において一般に用いられる状況には必ずしもなっていない。

洗掘という現象は出水時に限らず、水の流れがあるときには常時生じているはずであり、洗掘深は蓄積されていると考えるのが妥当である。一見土砂に埋もれているように見えても、一度河床が緩んでしまえば次の出水時には容易に洗掘が進み、危険度は増すはずである。5 年に一度実施される定期点検の一環として、洗掘に対する危険度を監視する手法の開発が求められる。

2. 河床低下という現象

洗掘に比べ、河床低下という言葉は橋の設計者にはあまり知られていない。河床とは河川の底に当たる部分の総称とされるが、様々な原因、たとえばダムを設置や砂防工事の進捗によって、下流部への供給土砂量が減少した場合や、河川改修の影響などにより、ある地点における河床の高さが低下することがある。橋梁にとって河床低下は、洗掘に対する安全性や、場合によっては耐震性能に対する余裕を失うことになり、放置すれば大きな問題となる可能性がある。一方、河川管理上、河床低下は必ずしも問題ではなく、むしろ流下能力を増すことになるので望ましい現象でもある。

最近では、比較的幅の広い河川敷において、土砂が堆積していわゆる樹林化を招き、生態系への影響という観点から河川環境上問題とされている。実は樹林化が生じると流水部、いわゆる水脈筋が固定されることにより、局部的に河床の低下が進み、そこに橋梁の橋脚がある場合には、洗掘が急速に進む危険性がある。

キーワード 橋梁下部構造、維持管理、洗掘、河床低下、予防保全

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所 TEL 029-879-6701

3. 予防保全の可能性

長寿命化を目的としたメンテナンスの観点から見て、河床低下や洗掘の問題に対しどんな対処が可能だろうか。右の図は、一般的な直接基礎を有する橋脚と河川との関係と土砂の流出を模式的に描いたものである。

直接基礎は橋脚躯体を転倒や滑りによる移動に対して安定させるため、大きなフーチングを有している。①河川管理上、フーチングの存在は河積を阻害するため、設計では計画河床高を基準に、フーチングが露出しないようにいわゆる土被りを確保することが要求される。ところが何らかの理由で②河床低下が進むと土被りが失われてゆき、②フーチングの天端が露出する状況に至る。そしてさらに洗掘が進むと③フーチング側面全体が露出するに至る。この段階になると、一度の出水でフーチング周りの洗掘が進み、④底部がえぐられることで、橋脚の安定性は著しく損なわれ、最悪の場合、橋脚の転倒が生じて橋梁上部構造が流出する可能性が出てくる。

前述したように出水が収まれば、洗掘により局部的に掘れた部分には土砂が堆積するために点検時に安全性を判断することは困難である。しかし、長寿命化を最大の目的とするインフラメンテナンスの観点から見れば、フーチングの天端が露出した②の時点で、遅かれ早かれ③以降の状態に移行することは想像できる。確認も容易であることから、②の状態を予防保全に対しクリティカルな状態として定義してはいかがだろうかというのが本稿での提案である。

4. 河川管理者との問題意識の共有

インフラメンテナンスでは、点検、診断、措置、記録というプロセスが必要となるが、最も容易な点検基準となる②の段階をクリティカルな状態と診断した場合、どんな措置が可能であろうか。たとえば河床低下の進行を押さえる根固め工の施工が考えられるが、河道に変更を加えることになれば、道路管理者単独で行うわけにはいかない。河川管理者としては、流下能力の確保とともに、上下流への影響を考える必要があるからである。また、前述のように管理上、危険性への考え方は必ずしも道路と河川で一致しない。

それでも比較的変状が小さく時間的余裕がある、②の段階で課題が提起されたらどうだろう。幅の広い河川であれば、たとえば水脈筋を移動させるなど、多様な手法が考えられる。それが環境対策としての樹林化の改善に効果があれば、道路・河川の利害の一致も期待できよう。

橋梁の定期点検で②、すなわち橋脚のフーチングの天端が完全に露出した場合には、道路管理者は河川管理者に報告して問題意識を共有し、その後の経過観察によって適時適切に対策を講じる、ということではいかがだろうか。

5. 今後考えるべき課題

昨年の洪水においては、流域における土地利用のあり方が新たな課題として取り上げられていたが、今後、異なる事業間の調整と統合がより重視されるようになるのは確実であり、事業間の負担のあり方の議論も必要である。

また、維持管理と同様、経済性すなわち B/C の議論では、リスクの低減あるいは回避に対する効用 B を適切に評価する手法が確立も急がれる。

そして、地方の事業における災害復旧事業の補助率の高さが、災害、維持管理の両面において障害になっている可能性にも留意すべきと考える。

