

6. おわりに

本研究の最終目的は、堤防の一連区間の破堤氾濫リスクに対する安全性を適正に評価することである。破堤氾濫の要因としては、主に越水、侵食、浸透等が考えられる。越水については、越水しても破堤に至るとはかぎらないが、大まかに評価して越水したら必ず破堤すると仮定して水位のみから評価することができると考えられる。侵食による破堤については、河道の流水による侵食力を把握する必要があり、そのためには河道線型等から流水の挙動と堤防に作用する侵食力を評価しなければならず、なかなか手が付けづらい問題である。浸透については、外力として河道水位と降雨さえ評価すればよく、流水の2次元あるいは3次元的挙動を把握する必要はないので、侵食破壊に比べて外力に関する取り扱いが簡易である。また、安全性の解析方法についても浸透流解析+円弧すべり安定解析及び局所動水勾配の算出という確立された手法があることと、全国で一斉にこの手法を用いて堤防点検が行われているところなので、データを入手しやすく、検討しやすいという点がある。そこで、本検討においては、最初に取り扱う破壊形態として浸透破壊を選択し、浸透破壊に関する安全性指標である円弧すべりに対する安全率やパイピング破壊に対する局所動水勾配がどの程度の精度をもっているかを確認し、これら両指標と信頼性の関係を把握しようと試みた。

検討を始めた当初の目論見として、堤防は不均一な材料からなる構造物であるから、円弧すべりの安全率及び局所動水勾配の両安全性指標と堤防の浸透破壊に対する安全性の関係はきれいには出てこないとしても、安全率が上がれば被災・破堤確率が下がる、あるいは局所動水勾配が上がれば被災・破堤確率が上昇するという傾向ぐらいは出てくるであろうと考えていた。ところが、そのような傾向はほとんど確認できなかった。原因としては、検討対象事例が23事例と傾向を見いだすには少なすぎることも考えられるが、もっと重要な理由として浸透破壊に対する安全性指標はあくまで浸透破壊に対して用いるべきものであって破堤に対してではないという点であった。本検討では、被災した堤防の事例数を母数として、その中で破堤したものの割合を計算し、破堤に対する安全性を算出しようと試みた。本来ならば、円弧すべりに対する安全率や局所動水勾配は浸透破壊に対する安全性指標であり、浸透破壊を起こす可能性がある外力を受けた事例を母数として、その中から被災したものの割合を算出し、安全性指標との傾向を分析するべきであった。次回の検討では相当な外力を受けたが被災しなかった事例を含めて解析を試みようと考えている。

今回の検討を通じて、浸透流解析そのものについても知見を得ることができた。例えば、浸透流解析の結果の表示で、単に浸潤線の位置を示すだけではなく、飽和度を表示した方が堤防の中で起きている現象を把握しやすいということがわかった。特に降雨の影響が顕著な事例については、浸潤線が上がる前に浸潤線より上の土層の飽和度が上昇する。降雨が堤体内の飽和度の上昇に寄与する度合いが強く、浸透流解析の評価では浸潤線の位置だけでなく飽和度分布のチェックもすべきであると思われる。

今回の検討では昭和30年代の古い被災事例から平成19年に起こった最新の事例まで解析を行った。古いデータから最新の事例まで同じ様式の個票に整理できたのは一つの成果であったと考えられる。残念ながら浸透破壊に対する安全性指標と浸透破壊に対する安全性の関係を見いだすことはできなかったが、今後これらの被災事例の個票を安全性指標の評価のために用いることができる。ただ残念であったことは、過去の被災データでは解析に必要な外力等に関するデータがなかったり、解析できても被災形状に関するデータが残っておらず十分な評価ができなかった事例が数多くあった（今回の検討においては実外力を与えて安全性指標を算出した事例は23事例であるが、検討対象候補を選定

するためにその何倍もの被災事例を収集している。)。改めて現場等において堤防被災が発生した場合はそのときの外力や被災形状等を整理・記録しておくことが重要であるということを確認させられた。

本検討を行うための被災事例等のデータは当研究室の書庫から探してきたり、地方整備局事務所等からいただいた。また、浸透流解析や円弧すべり安定解析等は河川コンサルタントの方々にお世話になった。土質力学等については土木研究所等の方々にご指導いただいた。数多くの人たちに協力していただき本報告書をまとめることができた。ここに協力いただいた方々に深く感謝の意を表し、本報告が堤防の浸透破壊・破堤に対する安全性評価の精度向上に寄与することを期待して本報告書を結びたい。