リスク分析手法の適用によるダムの安全性評価に向けて（研究期間：平成26～28年度）

河川研究部　大規模河川構造物研究室
室長 金銅　将史　研究官 大越 盛幸　研究官 田中 幸志

（キーワード）　ダム、リスク分析、イベントツリー、ストックマネジメント

1．はじめに

ダムの安全性と機能は、各種技術基準に基づいた設計、厳格な品質管理に基づく施工、各種計測等を含む日常・定期・臨時の点検や検査等を通じた安全管理によって総合的に確保され、国土交通省が管理するダムではこれまで安全性に関わる重大な問題は発生していない。しかし、ダムの安全性に関わるものとして、長期供用に伴って生じる僅かな変状に起因する将来的な影響、また今後発生が懸念される大規模地震や気候変動に伴う大規模洪水の発生確率の変化による影響など様々なリスク要因が考えられる。

限られた財源の中、個々のダムの安全水準を適正に確保・維持していくには、これらの多様なリスク要因とダムの状態や特性を考慮し、合理的な対策のレベルや優先度を決定していくリスク管理のプロセスが有効と考えられる。しかし、それにはリスクを構成する個々の要因（事象）とその関係（リスクの構造）を明らかにする必要がある。

2．ダムにおけるリスク分析手法の検討

そこで、ダムのリスク管理に必要となるリスク分析手法の確立に向け、種々のリスク要因・事象の抽出とそれらの関係を明らかにすることを目的にイベントツリー分析の適用に関する検討を行った。この手法は、最初のリスク要因となりうる事象（開始事象）から最終事象（例えばダム堤体の不安定化等）に至るまでの事象の進展機構を視覚化するものである。その上で、各事象の発生確率を見積もることができれば、ダムのリスクを定量評価することも可能となる。本検討では、まず海外での事故・被災事例のほか、国内のダム点検等で報告されている劣化事象等を調査し、リスク要因（事象）を幅広く抽出し、ダムの構造型式や開始事象となりうる外力作用（初期湛水・洪水・地震）等の項目別に整理した（表-1）。また、モデルダムを対象に現状の劣化事象からその要因を推定した。そして、将来の外力作用等により最終的に堤体の不安定化に至るとした場合に想定しうる事象の進展機構を図-1のようなイベントツリーに整理した。この検討を通じ、ダムの安全性に関わる各種リスク要因及びそれらの連鎖によるリスク構造の明確化にイベントツリー分析が有効なことがわかってきた。

ダム型式	開始事象	間接原因（素因）	連鎖事象1	連鎖事象2	連鎖事象3	連鎖事象4	連鎖事象5
コンクリート（アーチ式）	初期湛水	止水構造の不適	アバットメント基礎の漏水	アーチにクラック発生	コンクリートが損壊		
コンクリート（重力式）	洪水	不十分な遮水と水平な地層	放流能力以上の流入	計画外越流	揚圧力上昇	下流端基礎の洗掘	ブロックの滑動
アース	洪水	透水性基礎上の止水設計の問題	貯水位上昇	動水勾配の増加	浸透破壊	ダムの沈下	計画外越流
ロックフィル	地震		底面近くの内部ゾーンの水締めフィル材の流動化	内部ゾーンの圧力によって天端と上流シェルの破壊	上流側への滑り破壊		

表-1　事例調査によるリスク要因（事象）の抽出例

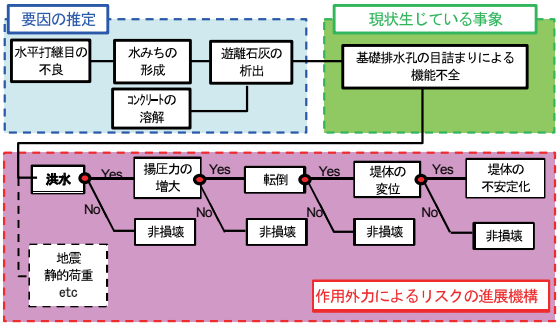

図-1　リスク分析用イベントツリーの作成例

3．今後に向けて

本検討はリスク評価に基づく合理的なダムのストックマネジメントに向けた一歩であるが、その実現に向けては種々のリスク要因の発生可能性やその影響度合いを評価していくことも必要となる。リスク評価の実用化に向け、今後は災害時の記録や蓄積されているダムの点検データ等も活用してこれらの課題にも積極的に取り組んでいきたい。