

# ダム施設の効果的な維持管理のための リスク構造の可視化の試み

(研究期間：平成29年度～令和3年度)

河川研究部 大規模河川構造物研究室

主任研究官 (博士(工学)) 小堀 俊秀 (室長) (博士(工学)) 金銅 将史



(キーワード) ダム、維持管理、リスクマネジメント

1.

国土を強靱化し、国民のいのちとくらしをまもる研究

## 1. はじめに

国内のダムでは、巡視や計測による日常の点検、管理者以外の専門家による定期検査等を通じ、入念な維持管理が行われている。この中では、ダム総合点検<sup>1)</sup>のように長期供用中のダム等を対象により詳細な調査・分析・試験等を行い、施設の健全度評価や長寿命化計画に相当する今後の維持管理方針の作成を行う取り組みも進んでいる。このような点検等は、施設の状態や維持管理上の課題を把握することが第一の目的であるが、ダムの安全や機能に望ましくない影響を及ぼしうるリスクの所在を認識する機会として活用することにも意義があると考えられる。

なお、個々のダムはサイトの地質・環境等の立地条件、材料・構造、施工条件や運用条件等が様々に異なる。また、長年の供用中には大規模な豪雨や地震等の外力作用を受ける可能性がある。さらに、緩慢であっても堤体材料の劣化等、経年に伴う影響も考えられる。ダム施設の維持管理を長期的により合理的・効果的なものとするには、これら各種の要因の組合せによる個々のダム特有のリスクとその構造

(シナリオ) をできるだけ良く認識し、マネジメント(管理)を行うことが肝要と考えられる。

そこで本稿では、ダム施設の維持管理におけるリスクマネジメント手法の一つとして、リスク構造の可視化によって多様なリスクとその水準を認識可能とするための実務的手法を検討し、供用開始後約30年経過し、ダム総合点検が実施されたコンクリートダムをモデルに試行した結果を紹介する。

## 2. リスクの構造(シナリオ)の可視化

本試行では、まずモデルとするダムで考えられるリスクの構造の可視化を試みた。なお、当ダムでは、安全や機能に明らかに影響を及ぼすような事象は報告されていない。このため、設計時に認識され、対処された地質的課題、既往点検で報告されている軽微な変状の情報(計測データの動向を含む)等をもとに、相互の関連が考えられる事象をグループ化した。その上で、当該グループ単位でリスクを捉えることとし、既知の各事象についてその原因や誘因となった可能性がある内的要因(地質、材料、施工等)

### 抽出されたリスク(事象とシナリオ)

- ① 堤体下面の軽微なひび割れ  
(長期的な堤体安定性への影響)
- ② 一部揚圧力計測値の増加状態の継続  
(長期的な堤体安定性への影響)
- ③ 堤体端部地山の地質的脆弱部の存在  
(対策箇所への健全性への長期的影響)
- ④ クレストゲートピア部の軽微なひび割れ  
(ピア及びゲート機能への長期的影響)

それぞれのシナリオ毎に「因果関係図」を作成

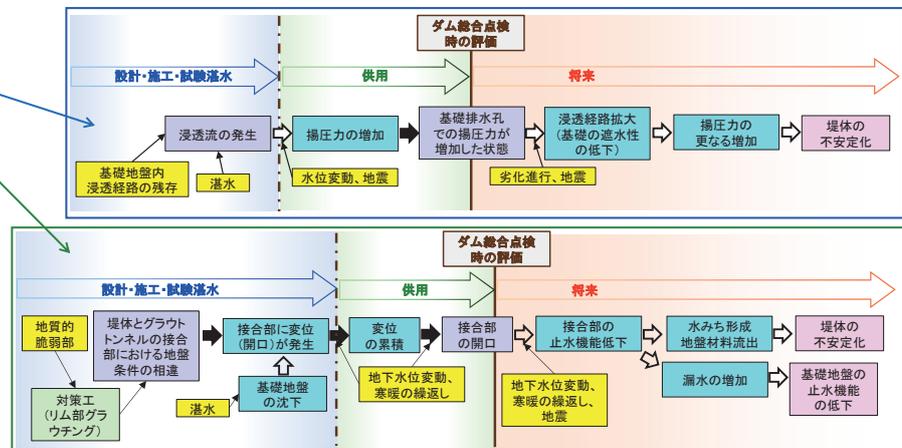
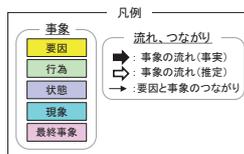
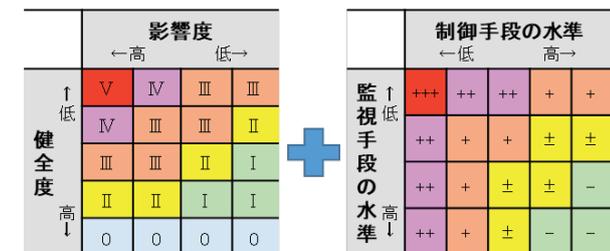


図-1 リスクのシナリオ別「因果関係図」の作成(試行での例)

や外的要因（外力作用等）、事象間の相互（因果）関係、将来的に想定されるシナリオ等を図化した「因果関係図」を複数作成した（図-1）。

### 3. シナリオ毎のリスク水準の評価

続いて個々の「因果関係図」に表したシナリオ毎に、当該リスクが顕在化する可能性及び最終的に安全や機能に及ぼしうる影響の程度を考慮した「リスク水準」の評価を試みた。なお、ダムでは各種のリスクが顕在化した例は限られ、その原因分析に関するデータも十分でないため、定量的評価は困難である。そこで本試行では、各「因果関係図」に含まれる事象のうち、直近の点検等で報告されている「健全度」の評価結果と、将来的な事象の進展により最終的にリスクが顕在化した場合の「影響度」の組合せによりリスクの水準を数段階のレベルで評価することを基本とし、これに計測等の「監視手段」の有無や信頼性、対策工等の「制御手段」の実施状況の組合せによる「管理水準」の評価を加味することとした（図-2）。この方法によって試行的に図-1の各シナリオ別に評価されたリスクの水準は表のようになった。



(a) 健全度と影響度による評価(基本) (b) 管理水準の加味  
図-2 「リスク水準」の評価の方法

表 シナリオ毎のリスク水準評価（試行例）

シナリオ	健全度×重要度	管理水準	リスク水準
①	II	++	II <sup>++</sup>
②*	III	+	III <sup>+</sup>
③	II	++	II <sup>++</sup>
④	III	±	III

\*：リスク水準が最も高いと評価された②については対策を実施済み。

### 4. リスク・コミュニケーション

上述の「リスクの構造（シナリオ）の可視化」や「リスク水準」の評価は、設計・施工記録や点検結

果等の客観的情報を可能な限り踏まえた上で行う必要がある。しかし、いずれも機械作業的に行うことはできない。このため、本試行での「因果関係図」及びこれに基づく「リスク水準」の評価は、ダム管理者とともに地質、構造、水理設計等各分野の技術者や専門家など立場・専門分野の異なる経験者が参加し、設計・施工に関する資料や点検記録等の共有及び合同での現地確認の上で、リスクコミュニケーションとしての討議（写真）を行い相互に意思疎通を図ることにより作成した。



写真 リスクコミュニケーションとしての討議

### 5. まとめと今後の展望

今回試行した手法は、一見別々の事象として捉えられがちな計測データの動向や変状等の情報を有機的に結びつけて捉えたり、時間軸上での進展プロセスを検討したりする過程を通じ、リスクの所在や個々のリスクに対する対処の必要性や重要度が理解しやすくなる点で、ダム施設の維持管理の質の向上に役立つものと期待される。なお、本手法のような取組みが実効性あるものとなるには、リスクコミュニケーションとその技術の充実が鍵になると考えられる。今後も試行を重ね、ダム施設の一層の安全の確保や長寿命化の実現に寄与するものとなるよう、ダム総合点検等の既存の取組みと併せた効果的な活用方法や実務上の留意点などを技術資料等にまとめていきたいと考えている。

### 参考文献

1) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課：ダム総合点検実施要領、2013. 10.

[https://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/](https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/)