

VI-17

取水ダムの仮締切計画への信頼性設計法の適用について

東北電力㈱電力技術研究所 正会員○佐々木 明
東北電力㈱土木建設課 波 谷 学

1. はじめに

水力発電所の取水ダム工事における仮締切計画において、その規模決定には工事实施時期やその期間および越流による被害の程度などを設計条件として、設計者の経験的判断により再現期間を定めて洪水量を予測し、これに対応できる規模で計画している。

本研究では、S発電所の取水ダムの仮締切計画を検討対象に、その規模決定を建設地点の河川流量の観測データを基礎資料として、信頼性設計法を用いて検討してみたのでその結果について報告する。

2. 仮締切計画の概要

仮締切は、S発電所の取水ダム（流域面積34.5km²、高さ12.0m、堤頂長22.0mの重力式コンクリートダム）の岩盤掘削開始から本体コンクリートの打設・養生終了までの期間中、本川河川を仮排水路によりダム建設地点から迂回させる目的で構築するものである。構造は、土堰堤による上流一次締切と下流締切および重力式コンクリート堤による上流二次締切からなり、上流一次締切は上流二次締切施工のため、上流二次締切は本体ダム工事のため、下流締切は仮排水路出口からのバックウォーター対策のために施工される。この中で信頼性設計対象となるのは主に上流二次締切で、上流二次締切施工中の1か月間（施工段階1）、取水ダムの岩盤掘削開始から岩盤検査終了までの3.5か月間（施工段階2）、本体コンクリートの打設開始から養生終了までの3.5か月間（施工段階3）に仮締切の越流により施工中の工事材料の流出、流入土砂の撤去・清掃および再施工に伴う工事費の増などの被害が予想される。

3. 確率計算の概要

前述の被害の発生が予想される施工段階ごとに、その施工期間における河川流量の季節変動を考慮するため月別の極大値分布と通年の極大値分布を求める。次に、月別の極大値分布と通年の極大値分布をそれぞれにその月の河川流量が仮締切の計画洪水量を越える確率（越流確率）および再現期間ごとの確率洪水量（計画洪水量）を求める。この場合、確率計算を容易にするため、越流回数を施工段階1で2回、施工段階2、3で3回まで（4回以上の越流確率が非常に小さくなるため）とし、各施工段階で越流・非越流についてケース分けを行ない、そのケースの発生する確率（ P_i ）を各施工段階の越流確率（ $Pf1, Pf2, Pf3$ ）から計算する。ケース分けの総数（ k ）は、非越流回数を含めると48とおりになる。

4. 最適代替案の選択

最適代替案は、既往のダム工事の例などを参考として複数の再現期間の計画洪水量を設定する。設定された再現期間をそれぞれの代替案として、次式より期待総建設費（CT）を求め、その値が最小となるものを採用する。

$$CT = CI + \sum_{i=1}^k CL_i \cdot P_i$$

ここで、 CI ：初期建設費（設定した計画洪水量における仮締切の総工事費）、 CL_i ： i ：ケース i の予想被害額（各施工段階における1回当たりの被害額に各ケースでの越流回数をそれぞれ乗じてその和として求める。）、 P_i ：ケース i の発生確率

5. 計算結果

河川流量をダム下流の測水所の毎月の最大瞬間水位を流域面積の補正によりダム地点の月別最大瞬間流量とし、昭和50年から昭和60年までの11年間(a)と昭和50年から平成3年までの17年間(b)をそれぞれ基礎資料として計算した。

(1)再現期間2, 3, 5, 10年とした場合の月別最大流量の計算結果を図1に示す。各再現期間とも基礎資料の採用期間が長くなると極大値分布が小さくなった。また、再現期間が10年になると基礎資料の採用期間の違いによりピークのあらわれ方に違いが生じた。これは、昭和50年から昭和60年までの11年間に観測した最大値127.20m³/s（昭和53年6月26日に観測）と同程度のまたはそれ以上の流量が昭和60年以降の6年間に観測されなかった（昭和60年以降の最大値は平成2年6月27日に観測した53.40m³/s）ためと考えられる。

(2)設計代替案を表1に示す再現期間1.1年から8.2年までの7案（A～G案）について作成し検討した。各施工段階の越流確率と無被害確率（1-Pf1-Pf2-Pf3）の計算結果を図2に示す。基礎資料の採用期間が長くなると越流確率は小さくなり、無被害確率は逆に大きくなった。

(3)期待総建設費の計算結果を図3に示す。基礎資料の採用期間が長くなると期待総建設費は小さくなるが、最小値（最適代替案）はC案から移動しなかった。また、再現期間が

長くなると基礎資料の採用期間による期待総建設費の差が小さくなる傾向がある。

6. むすび

取水ダム の 仮 締 切 計 画 へ の 信 頼 性 設 計 法 を 適用した場合、再現期間 1.5 年で計画洪水量 $43\text{m}^3/\text{s}$ が最適実施案ということができる。この値を既往のダム施工計画における計画洪水量の再現期間や比流量（流域面積あたりの計画洪水量）についての文献調査の結果と比較してもほぼ同程度の値が採用されていることから、仮締切計画への信頼性設計法の適用性は高いと考える。また、基礎資料とした河川流量の観測期間の長さの違いにより、得られる結果に定量的な値の違いが見られるものの定性的な評価は変わらず、その適用性を損なうものではないと考える。今後、本手法による適用事例の件数を増やすとともに、信頼性設計法の適用についてさらに検討を進めることにしている。

表1 設計代替案

代替案	A	B	C	D	E	F	G	備考
再現期間	1.1	1.2	1.5	1.8	3.0	5.8	8.2	(年)
計画洪水量	30	36	43	50	65	84	94	(m^3/s)

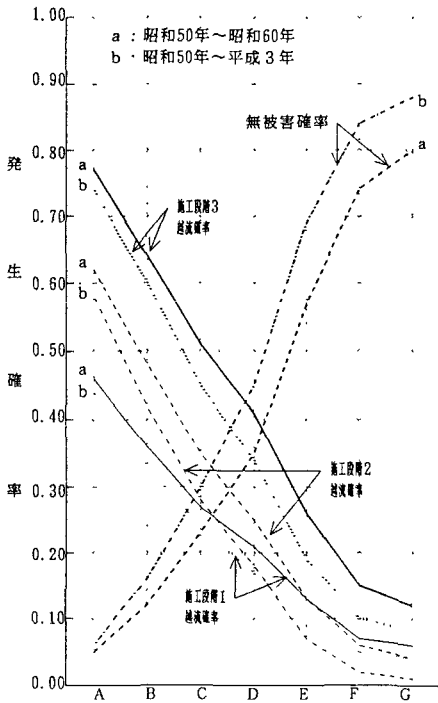


図2 確率計算の結果

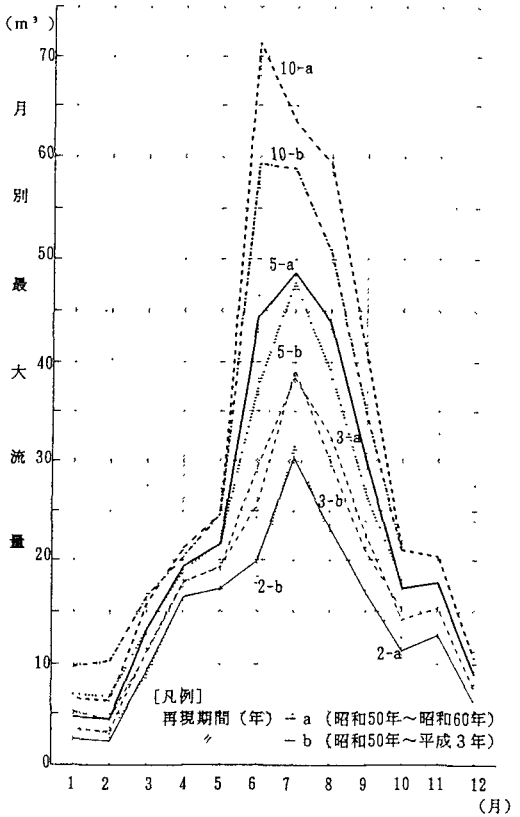


図1 再現期間対する月別最大流量

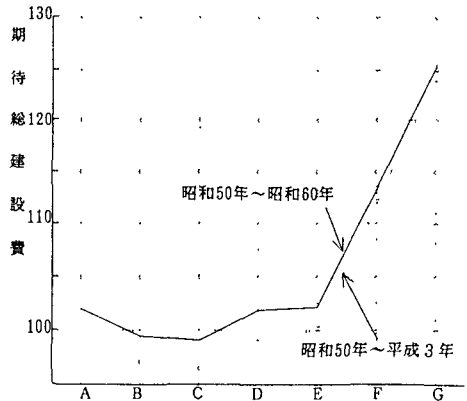


図3 期待総建設費の計算結果

※期待総建設費は基礎資料の採用期間を昭和50年～平成3年とした場合のE案を100とした。

【参考文献】 佐々木・氏家・鈴木・石井：信頼性設計法に基づく発電所取水ダム仮締切の規模決定，第47回年次学術講演会第6部，pp36～37，平成4年9月