国内及び諸外国のダムの設計対象流量規模に関する一考察

（株）建設技術研究所　正会員○永谷　言　小島裕之　栗原尚輝
国土技術政策総合研究所　正会員　佐藤弘行

１．はじめに

国内のダムでは昭和 51 年の河川管理施設等構造令 [1)]（以下，「構造令」と称す）の制定以降，構造令に準拠し，①1/200 年確率洪水流量，②実績最大流量，③地域別最大洪水流量のうち，最も大きな流量（フィルダムの場合はこの値を 1.2 倍した流量）を「ダム設計洪水流量」として，ダム施設（設計洪水位，ダム高，放流設備等）が設計されている．

一方，近年では，これまで経験したことのないような大規模洪水の頻発，気候変動に伴う洪水規模の増大が懸念される．

上記のような背景のもと，本研究では，今後のダムの安全性評価に資することを目的として，諸外国・地域での設計基準との対比等により，国内ダムの「ダム設計洪水流量」の規模について評価した．

２．諸外国ダムの設計対象流量の整理

(1) 対象とした国・地域（「表-1」中の①）

本研究では，諸外国のダムの設計対象流量について整理されている文献 [2)]から，各国の設計洪水流量について調査した．調査対象は**表 1** のとおりであり，日本を含め合計 28 の国や地域とした．

(2) 設計対象流量の段階設定（「表-1」中の②）

表 1 に示す調査の結果，諸外国・地域の事例では，用語や表現の違いはあれど，「IDF/*Inflow Design Flood*：ダム施設諸元（各種貯水位，ダム高，放流設備諸元等）の決定に使用される洪水」と「SCF/*Safety Check Flood*：ダムにある程度の損傷，安全度低下等が発生するものの，ダムが決壊することはない異常洪水」の 2 段階で設定している事例が 28 カ国・地域のうち 9 カ国・地域で確認された．なお，日本のダムでは，「計画規模洪水」，「ダム設計洪水流量」ともダム施設諸元の設定に使用するものであり，いずれも IDF に該当すると評価される．

表１　調査対象国・地域とダムの設計対象流量

No	①国　名	②設計対象流量の段階設定	③設計対象流量の分類数		④ダム型式による分類	⑤設計対象流量規模の最大値（年確率）			
						IDF(Inflow Design Flood)		SCF(Safety Check Flood)	
			IDF	SCF		コンクリートダム	フィルダム	コンクリートダム	フィルダム
1	日本※1	－	1	－	あり	1/200	1/1,000	－	
2	オーストラリア	－	6	－	－	PMF※2		－	
3	オーストリア	－	1	－	－	1/5,000		－	
4	ブラジル	－	2	－	－	PMF※2		－	
5	ブルガリア	－	5	－	－	1/10,000		－	
6	カナダ	－	5	－	－	PMF※2		－	
7	カナダ－ケベック州	－	6	－	－	PMF※2		－	
8	中国	2 段階	5	10	あり	1/500		1/5,000	PMF※2
9	チェコ共和国	－	4	－	－	1/10,000		－	
10	フィンランド	－	6	－	－	1/10,000		－	
11	フランス	－	8	－	あり	1/3,000	1/10,000	－	
12	ドイツ	2 段階	2	2	－	1/1,000		1/10,000	
13	インド	－	3	－	－	PMF※2		－	
14	アイルランド	－	3	－	－	1/10,000		－	
15	イタリア	－	2	－	あり	1/1,000	1/3,000	－	
16	ニュージーランド	－	3	－	－	1/10,000		－	
17	ノルウェー	2 段階	4	3	あり	1/1,000	1/1,000	PMF※2	PMF※2
18	パナマ	－	3	－	－	PMF※2		－	
19	ポーランド	2 段階	8	8	あり	1/200	1/1,000	1/1,000	1/5,000
20	ポルトガル	－	4	－	－	1/10,000		－	
21	ルーマニア	－	4	－	－	1/10,000		－	
22	ロシア	2 段階	4	3	－	1/1,000		1/10,000	
23	南アフリカ共和国	2 段階	3	3	－	1/200		1/18,800	
24	スペイン	2 段階	3	3	－	1/1,000		1/10,000	
25	スイス	2 段階	1	1	－	1/1,000		PMF※2	
26	トルコ	2 段階	4	1	－	PMF※2		1/10,000	
27	イギリス	－	4	－	－	PMF※2		－	
28	米国（FEMA）	－	3	－	－	PMF※2		－	

「－」：該当なし
※1 文献 [2)]を参考に国内ダムの設計洪水流量の大きさを示す目安としてコンクリートダムは 1/200 年確率、フィルダムは 1/1,000 年確率としている。
※2 PMF(*Probable Maximum Flood*)：特定の範囲において、理論的に実現し得る最大の累計雨量(PMP)が発生した場合に算出される洪水流量。

キーワード　ダム設計対象流量，気候変動，ダムの安全性，PMF，クリーガー曲線，確率評価
連絡先　〒541-0045　大阪市中央区道修町 1 丁目 6-7　（株）建設技術研究所　大阪本社　TEL 06-6206-5603

© Japan Society of Civil Engineers

（3）設計対象流量の分類（「表-1」中の③・④）

諸外国・地域では，ダムの規模や決壊時の被害規模（想定死亡者数、想定被災者数、想定被害額等）に応じて IDF，SCF を細分類している事例が多く，日本と同様に 1 分類の国・地域はオーストリア，スイスの 2 カ国のみである．また，ダム型式により分類した上で設計対象流量を設定しているのは，日本，中国，フランス，イタリア，ノルウェー，ポーランドの 6 カ国である．

（4）設計対象流量の規模（「表-1」中の⑤）

設計対象流量の規模で見ると，約半数の 13 の国・地域で PMF を対象としている（図 1 参照）．IDF，SCF の設定の有無による規模の違いについては，図 2，図 3 に示すとおり，IDF のみが設定されている国・地域ではその大半が 1/10,000 年確率以上の規模を対象にしているのに対して，IDF，SCF の 2 段階の国・地域では，IDF は最大でも 1/1,000 年確率である．これより，2 段階で設定している国・地域では，施設規模を決定する IDF は小さめに設定した上で，SCF を設定することにより超過洪水に対するダムの安全性を確保しているものと想定される．

３．日本のダム設計洪水流量の規模に関する考察

日本のダムは、IDF のみの設定であり，コンクリートダム，フィルダムの「ダム設計洪水流量」はそれぞれ 1/200 年確率，1/1,000 年確率規模相当と評価されることから，諸外国・地域と比較すると最小規模である．ただし，諸外国・地域とは設計の考え方が下記のとおり異なっていることに留意が必要である．

- 「ダム設計洪水流量」は，①1/200 年確率洪水流量，②実績最大流量，③地域別最大洪水流量（クリーガー曲線）の最大値（フィルダムではその 1.2 倍）を採用するため，1/200 年確率以上の流量規模となっている．
- 諸外国では，洪水のハイドログラフを考慮して設計することが基本であるのに対して，日本では定常流量を対象に設計している．

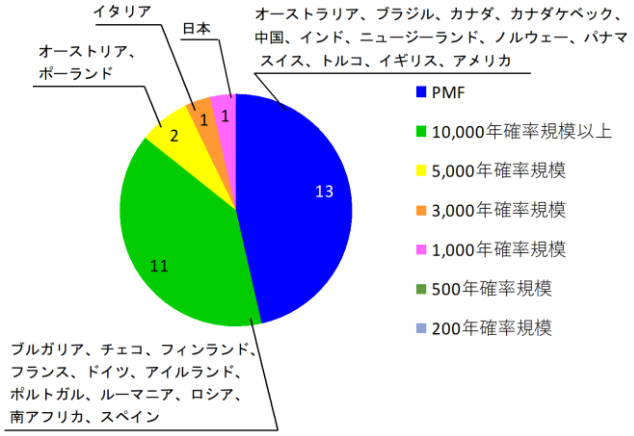
４．おわりに

本稿では，諸外国・地域のダムの設計対象流量の設定の考え方，流量規模等について調査し，日本のダムの「ダム設計洪水流量」との違いを明確にした．ただし，確率規模の評価が同一基準ではないことから，今後，以下のような検討を進めることにより，より合理的なダムの安全性評価に繋げることができると考える．

- ハイドログラフを考慮した「ダム設計洪水流量」の確率規模評価．
- 国内の PMF に相当すると考えられる想定最大外力 [3]に対する安全性照査．

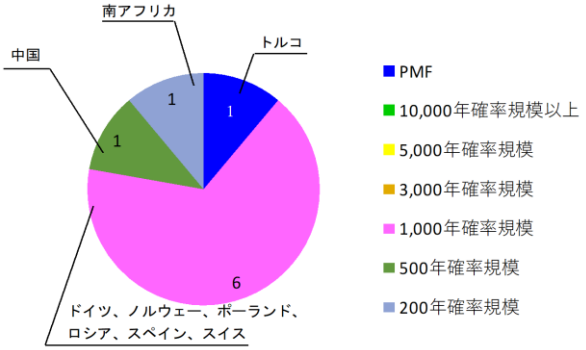
参考文献

1) 河川管理施設等構造令，昭和 51 年 7 月制定．
2) Flood Evaluation and Dam Safety： ICOLD, Bulletin 170, 306p., 2018.
3) 国土交通省 水管理・国土保全局：浸水想定(洪水、内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法,平成 27 年 7 月．



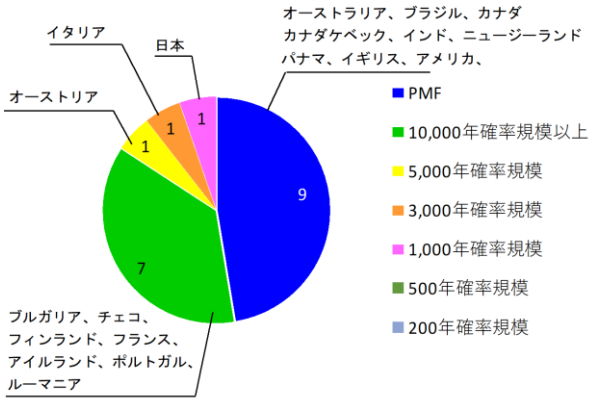
※コンクリートダム，フィルダム含め各基準の最大値で整理

図 1 調査対象国・地域の設計対象流量の規模（28 カ国・地域）



※コンクリートダム，フィルダム含め IDF の最大値で整理

図 2 IDF・SCF が 2 段階で設定されているの場合の IDF の規模（9 カ国・地域）



※コンクリートダム，フィルダム含め IDF の最大値で整理

図 3 IDF のみが設定されているの場合の IDF の規模（19 カ国・地域）

© Japan Society of Civil Engineers