

電力中央研究所 塩尻弘雄

コンクリートダムの地震応答に及ぼす貯水の影響の検討は、Westergaard¹⁾の先駆的研究以来主として解析的な方法で数多くなされている。しかしながら研究者により取扱いのし方に差がある。主たる相異点を掲げると次のようになる。

1) 水の圧縮性を考慮するか否か、2) ダム上流面の勾配を鉛直と仮定するか否か、3) ダムのためみを考慮するか否か、4) 表面波を考慮するか否か、5) 貯水池底(側方)の境界条件、6) 貯水池長さ、7) 地震入力の位相差を考慮するか否か、8) 考慮する周波数帯、9) 2次元解析か3次元解析か、10) 地震動鉛直成分を考慮するか否か、等である。

これらの相異の影響について明らかになっている点は以下の通りである。

1) 水の圧縮性を無視すると動水圧、ダム応答にかなり影響する。2) ダム上流面が $\frac{1}{2}$ 程度以上鉛直であれば、動水圧はダム上流面がすべて鉛直である場合とほとんど変わらない。3) 動水圧、ダムの応答は、ダムと貯水の相互作用の影響を強くうける。4) 表面波の影響は小さい。5) 地震動鉛直成分により発生する動水圧はかなり大きい。しかし貯水池底に音波部分吸収条件を入れるとかなり小さくなる。6) 貯水池長さの影響は、貯水池上流端の境界条件により異なり、貯水池深さの $1/10$ 倍で無限遠の場合と同一となる。7) 貯水池の天然周波数以下と以上で動水圧の性質が異なる。8) 地震動鉛直成分による動水圧は地震動の位相速度の影響をうける。等である。

貯水池底での境界条件がダムの応答に及ぼす影響の検討は、地震動鉛直成分に対して一歩行なわれているのみで、水平地震動については行なわれていない。また、3次元の場合についてダム・貯水池の相互作用の検討例は少なく、貯水池の影響は十分明らかにされていない。

図-1 に示すようなダム・貯水池モデルで、ダムの一次振動モードのみを考えたダム・貯水池系の振動応答を、インピーダンス比 β がダム基部のせん断力、モーメントに及ぼす影響

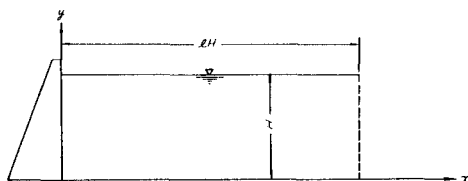


図-1 ダム・貯水池モデル

貯水池底に音波の部分吸収条件

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} + C \beta \frac{\partial \phi}{\partial y} = 0 \quad (C: \text{音速}, \phi: \text{速度ポテンシャル})$$

に適用し、 β を変えて求めた結果を表-1に示す。 β の増加に伴う応答の増加、付加質量による応答解析が比較的よい近似になっていることが示されている。

貯水池底に、貯水池底と貯水との相互作用の条件を適用した場合と部分吸収条件との比較、3次元ダム・貯水池系の応答や動水圧と2次元のダム・貯水池系の応答、動水圧との比較等については、当日発表する予定である。

参考文献

1) Westergaard, H.M.: Water Pressures on Dams During Earthquakes, Trans. ASCE, vol. 98, 1933, P. 418.

2) 塩尻 岸: 重力式ダム地震応答への動水圧の影響,

電力中央研究所 依頼報告: 379556

固有振動数 (Hz)	水位 (m)	圧縮性	表面波	貯水池底インピーダンス比 β	境界減衰比	動的せん断力	動水圧によるせん断力	動的モーメント	動水圧によるモーメント
						貯水池によるせん断力	貯水池によるせん断力	貯水池によるモーメント	貯水池によるモーメント
剛体	100	—	—	—	—	0.314*	0.118*	0.339*	0.143*
	0	—	—	—	—	0.195		0.196	
3.6	100	無	有	—	0.10	0.477	0.186	0.636	0.252
					0.05	0.570	0.232	0.838	0.332
	100	有	有	∞	0.10	0.524	0.246	0.717	0.325
					0.05	0.642	0.310	0.896	0.412
	100	"	"	5	0.10	0.486	0.230	0.678	0.307
					0.05	0.567	0.267	0.784	0.354
	100	"	"	1	0.10	0.424	0.179	0.593	0.248
					0.05	0.454	0.193	0.649	0.271
	100	—	—	—	0.10	0.467*	0.193*	0.719*	0.332*
					0.05	0.553*	0.233*	0.858*	0.396*
	0	—	—	—	0.10	0.228		0.320	
					0.05	0.224		0.379	

* : Westergaardの付加質量による。