

ゴム引布製起伏堰の水理および振動特性について(Ⅰ)

関西電力(株)総合技術研究所 正会員 ○中尾 俊一

関西電力(株)総合技術研究所 正会員 本郷 忠夫

関西電力(株)総合技術研究所 正会員 小澤二三男

1. 実験の目的と模型(通常タイプ)

中小水力発電の開発にあたっては、施工が簡単でコストが安く、さらにメンテナンスの必要がほとんどない等のメリットがあるゴム堰は非常に興味深い。しかしながらゴム堰は、水位条件によって形状が変化する、あるいは振動が生じる等の問題があり、特に振動に関しては、ゴム引布製起伏堰技術基準においても、越流水深は空気膨張式で $0.2H$ 以下、水膨張式で下流側が露出射流で $0.5H$ 以下（但し、内圧を高くすること、取付間隔を広げること及びスポイラーやデフレクターを取付ける等の振動防止対策を施していない堰）とされている。従って、今回通常のゴム堰に関する水理特性および振動特性についてモデル実験によって検討した。実験はフルード則に従って幅 $3.0m$ 、長さ $18.0m$ の水槽にて設置予定のゴム堰（堰高 $1.90m$ 、堰底長 $14.2m$ ）の $1/5$ 模型にて実施した。

表-1 起伏堰模型諸元

項目	タイプ
設計条件	通常タイプ
	$P = 0.00(0.45) \text{ kgf/cm}^2$ $h = 13.5m(58m)$ at $V/K = 0.4$
鋼構造体	空焚
罐底直径	2840mm (14200mm)
罐高	3000mm (15000mm)
罐底(下流装機)	38mm (180mm) 差し弁式装置に接続
罐底内圧	$0.092 \text{ kgf/cm}^2 (0.45 \text{ kgf/cm}^2)$
罐底厚	3.1mm (5.5mm)
罐底	例仕様 100mm (534mm)
	設け仕様 1110.8mm (5554mm)
罐体上昇方向/罐底防犯装機	なし
罐体取り付け方法	
	2列取り付け 母線点配距離 228mm (1140mm)

2. 水理特性に関する実験結果と考察

袋体内圧は振動防止対策として、場合によっては通常使用圧の4倍程度まで内圧を高めるため、この実験においても広範囲の内圧条件で実施した。

(1) 流量と越流水深および越流係数の関係

図-1に示すように、流量が同じであると、袋体内圧が違っても、また水式と空気式の違いがあっても越流水深はほとんど変わらない。このことから越流係数は、式(1)から示されるため、必然的に堰高、内圧、水式、空気式に関係なく流量が同じであるならば一定になるはずである。しかしながら、図-2の流量と越流係数の関係をみると、空気式の方がいくぶん小さくなっている。これは堰高の違いにより幅Bが異なったためと考える。

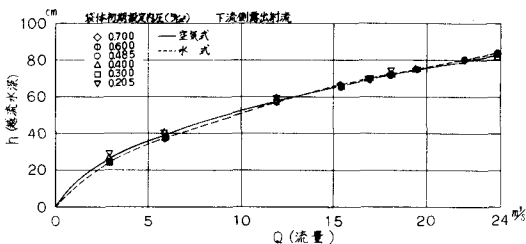


図-1 流量と越流水深の関係

$$C = \frac{Q}{Bh^{3/2}} \quad \text{-----} \quad (1)$$

(C : 越流係數, Q : 流量, B : 水路幅, h : 越流水深)

(2) 袋体内圧と堰高の関係

図-3は、流量の変化に対する堰高および内圧の変化を示すグラフであり、水式、空気式ともに袋体内圧が高いほど堰高の変化は小さくなる。例えば水式において、 0.43 H 相当流量時 $16.9\text{ m}^3/\text{s}$ で設定内圧 $0.6\text{ kg}/\text{cm}^2$ 時の $4\text{ H}=15\text{ cm}$ であるのに対して、袋体内圧 $0.205\text{ kg}/\text{cm}^2$ では 14 cm となっている。また水式は、流量が増加するのに従って堰高が増加している

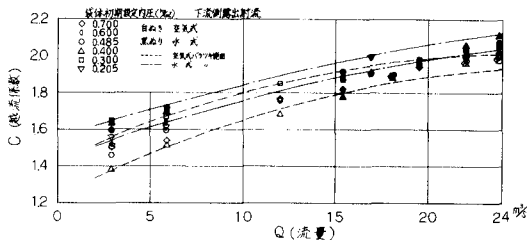


図-2 流量と越流係数の関係

のに対し、空気式は一旦減少してから増加している。これは空気の圧縮性に起因する。

3. 振動特性に関する実験結果と考察

振動の計測は、堰模型に取付けた加速度計および特殊歪ゲージにより行ない、越流と振動の関係を調べた。

(1) 固有振動数

満水時における堰の固有振動数は図-4に示す様に、内圧を高くすると水式、空気式ともに高くなる。また空気式の方が水式よりも高い値を示している。これは、 $f_n \propto \sqrt{k/m}$ (f_n : 固有振動数、 k : 剛性、 m : 質量) からも推定される。

(2) 越流水深と振動の関係

図-5は、越流水深と振動の大きさ(加速度)を示しており、堰下流部の方が大きくなっている。これは堰下流面での水脈の剥離変動が振動原因になっていることによる。また水式と空気式とでは、やはり水式の方が振動は小さく、また図-6から内圧を高くすることによっていくぶん振動は小さくなっている。なお、今回の実験範囲においては、目視で確認できるような振動はみられなかった。

4. 結論

(1) 流量が同じであれば、堰高、内圧、膨張媒体に関係なく越流水深は一定である。

(2) 一般的に空気式の方が水式に比べ振動は大きい。しかし水式でも下流水深が大きくなると振動が大きくなる。

参考文献

- 1) ゴム引布製起伏堰技術基準(二次案)
建設省河川局治水課監修1983
- 2) 丸山一郎; ゴム引布製起伏堰の越流時の振動について
第36回年次講演会1981
- 3) 育藤秀明, 萩原国宏; 空気膨張式ゴム堰における振動
第29回水理講演会1985

