

多角形円周堰の有効性に関する実験検討

Experimental Study with Effectiveness of a Polygonal Crest on a Circular Weir

常住直人*・後藤眞宏*・浪平篤*

Tsunesumi,N.,Gotou,M.,Namihira,A.

1.はじめに ため池、調整池など比較的小規模なダムには朝顔型の洪水吐が適用される場合がある。朝顔型洪水吐の流入口は円周堰となり、その断面は概して標準型で設計される。本報文では、この円周堰の規模縮小、越流水頭低減や放流能力向上を図るべく、多角形型の円周堰を検討し、既往の標準型円周堰との比較検討を行った。なお、多角形円周堰では、放流能力が高まる反面、単位セキ頂長さ当たりの放流量は低減するので、落葉、小枝など浮遊流下物の沈積が著しいところでは、これら沈積物が排除されにくくなることが推測される。よって、本報文では沈積物沈積時の多角形円周堰の排除能力についても検討を行った。

2.水理特性に関わるパラメータ 標準型円周堰の形状と放流特性を規定するのは、堰高 (Z)、外半径 (r_o)、越流水頭 (H) であり、これらは r_o/Z 、 H/Z の2つの無次元パラメータに集約される (Fig.1)。

一方、多角形円周堰では、これらの他に多角形部の高さ (P)、多角形部設置の為の余裕幅 (上流側 t_u 、下流側 t_d)、多角形部の各サイクルの形状諸元 (流下方向長さ E 、内幅 W_d 、端辺長 A 、断面形状 (ここでは半径 R の1/4円弧型断面)) が放流特性に影響するので、それらは r_o/Z 、 H/Z 、 H/P 、 E/P 、 W_d/P 、 A/W_d 、 R/P 、 t_u/P 、 t_d/P の無次元パラメータに集約出来る。これらのうち、 t_u/P 、 t_d/P は多角形堰の敷設等、構造面から決まる設置余裕幅であり、ほぼ固定値となる。また、 R/P は越流水頭から決まるナップ形状により設定されるので、多角形円周堰ではそれらを除いた6つが主要な無次元パラメータになる。すなわち、標準型円周堰と共通の無次元パラメータ (r_o/Z 、 H/Z もしくは P/Z) に、 H/P 、 E/P 、 W_d/P 、 A/W_d を加えたものが主要パラメータとなる。

3.実験方法 水理実験により多角形円周堰の放流特性並びに浮遊流下物の放流特性への影響を検討した。実験では模型堰高 $Z=0.1294\text{m}$ 、外径比 $r_o/Z=5.233$ とし、その中に以下の諸元の形状諸元の多角形円周堰 (多角形部：アクリル製、それ以外：木製) を設けた。

多角形部の堰高比 $P/Z=0.400$ 、流下方向長さ比 $E/P=4.311$ 、内幅比 $W_d/P=1.283$ 、端辺比 $A/W_d=0.042$ 、1/4 円弧型断面 ($R/P=0.125$)、 $t_u/P=0.467$ 、 $t_d/P=0.450$

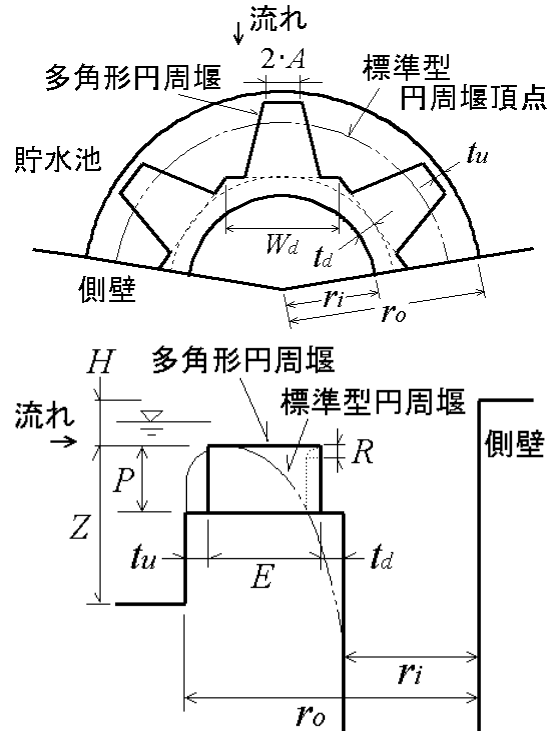


Fig.1 多角形堰の模式図

Figures of a polygonal weir

* 農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering セキ、洪水吐、流量係数、ダム

実験の水理諸元は $H/P=0.336 \sim 1.08$ とし、計測はポイントゲージ、計量堰により行った (H 測点は模型堰上流 4.5m)。なお、本実験模型では P の 2.67 倍長の前庭部と前庭上流端に P の縦 0.309 × 横 0.155 倍 (径は P の 0.008 倍) のメッシュスクリーン (鋼製) が付設されているが、これらは多角形円周堰の放流能力を低下させる方向に作用する。

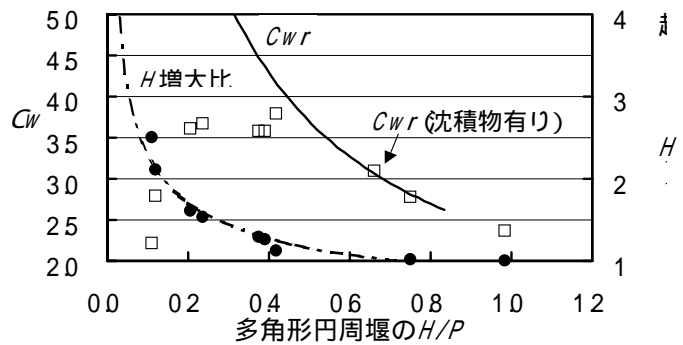


Fig.2 多角形円周堰の放流特性

Discharge characteristics of a polygonal weir

4. 放流特性及び比較検討 H/P がおよそ 0.4 では多角形堰直下の水位は堰天端高さに近くなり、0.5 付近では多角形堰下流端を除き、堰直下水位 (多角形堰下流凹部の水位) が堰天端高さよりやや高くなる。また、0.7 付近では堰下流端も含め、堰直下水位が堰天端より高くなり、1.3 では多角形堰全体が潜没した流況となった。この際、外径に基づく外周長当たりの流量係数 (C_{wr}) は、Fig.2 のようになり、概ね同一規模、水理条件 (同一 r_d/Z 、 H/P) の標準型円周堰流量係数 (約 2.2) 以上の流量係数が確保されることが分かる。この結果から標準型円周堰に対し、同一規模

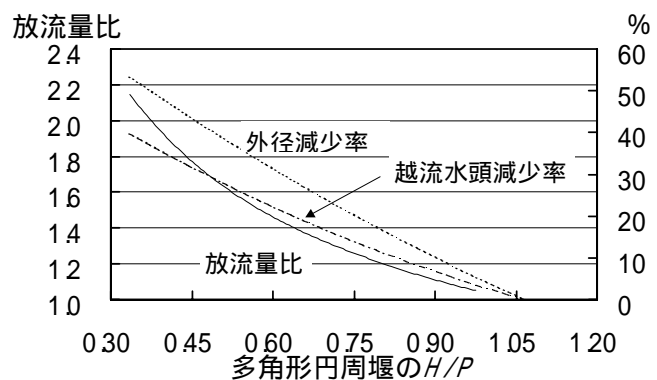


Fig.3 多角形円周堰と標準型円周堰の比較

Comparison between a polygonal weir and an circular ogee crest

、同一水理条件 (r_d/Z 、 H/P が同一) の多角形円周堰の放流量比、同一流量、同一水理条件 (H/P が同一) の多角形円周堰の規模 (外径 r_o) 減少率、及び同一流量、同一規模 (r_d/Z が同一) の多角形円周堰の越流水頭減少率をまとめると Fig.3 のようになる。これより $H/P = 0.3 \sim 1$ の水理条件下では、円周堰呑口形状を標準型から多角形に変更することで、平均的に見て、放流量を 1.5 倍増、外径 (円周堰規模) を 28 % 減、越流水頭を 20 % 減のいずれかに出来ることが分かる。

5. 浮遊流下物沈積時の放流特性 ここでは落葉や小枝が堰上流に漂着し、含水して堰上流に沈積した場合を想定して、その際の流量係数の低下状況を調べた。実験では沈積物として木材 (杉) の切り屑 (長さ、幅が模型多角形堰高 P の約 0.10 倍 (約 5mm)) を 3 日間水浸したものを扱い、それを多角形堰上流 (前庭を含む段上げ部上) に多角形堰高 P の 60 % 高で水平に敷き、放流特性を調べた。この際、沈積厚さは実験流量増大後に沈積形状が概ね安定してから計測した。この結果は Fig.2 のようになった。Fig.2 から沈積物の大きさ、沈積厚さが各々、多角形堰高 P の 10 %、60 % と比較的大きい場合でも、 $H/P = 0.5$ では沈積物がすみやかにフラッシュされ、放流能力の回復と越流水頭の低減が図られることが分かる。粘着力の影響、底質の形状・大きさ・絡まり度合いによる限界掃流力の変化等、未解明部分は多いが、 $H/P = 0.5$ は、Fig.3 から外径減少率等、一定の効果が見込める領域なので、多量の沈積物が想定される現地条件であっても、多角形円周堰が有効となる可能性は高いと考えられる。