

低落差発電所の取水口形状について

信濃大学工学部 正員 吉高 益男

はじめに

川内川総合開発により鶴田ダムを施工す水、流量を調節されることにより、下流の発電所と余路流量を生じてきた。よつて流量を有効に利用する考えでチューアラタービンによる低落差発電所が計画された。このとき発電所はダムと分離して陸岸に等置する計画としてた、地形条件により取水口の水路を長くせず、横方向から発電機室に通し導入するよう取水口形状を考えたが、これは渦の発生、空気の吸引、渦流による振動水頭などの水路上の問題の予測が困難であつた。よつて実際に掘り上げた問題を予測し、あけて全断面を模した。模型は図-1のよう1/15の縮尺で作した。また基礎実験として図-2のよう中25cmの直流水路にものも行った。小型水路は約1/48の縮尺とある。このよう取水口の問題は、低落差発電所の開発によつて今後ともあることとあり、問題の考え方を参考のためここに報告する。

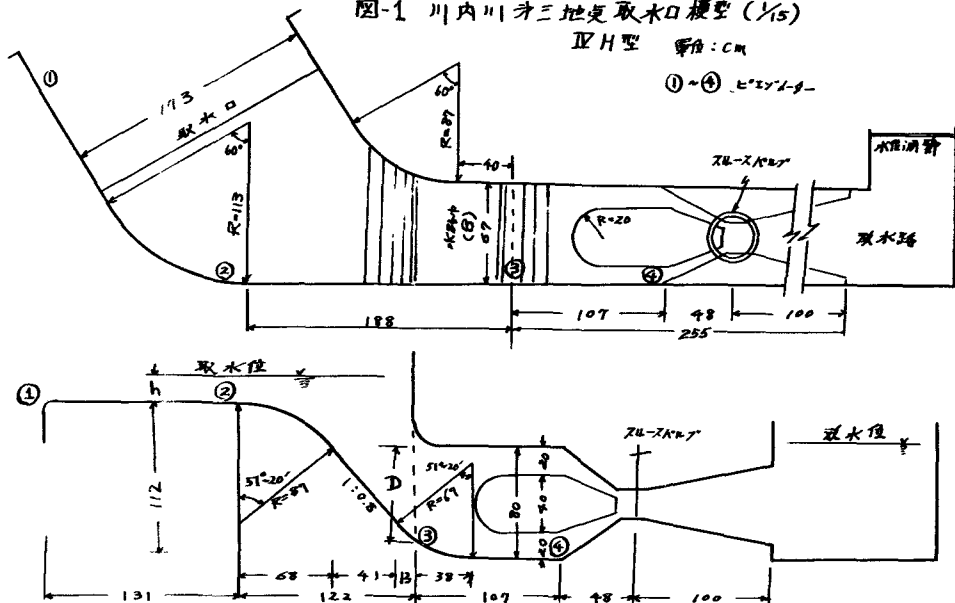
I. 渦の発生について

渦の発生については、水面の表面流水回転流となり、粘性力が粘性力によつて渦に転送すると考えられている。そして渦の発生は流水の断面的性質によつてではなく、流水の断面形状の条件によつてきまるので断面の曲り方に問題があるといわれている。(枝原：送出路の実験的調査：山梨大観望：13号)たしかに断面形状のものや主軸条件ではあるが、各口の水が流れやすくても、形よく流れている場合は渦の発生し、水が流れやすくても各口の流速変動が起るときは渦の発生はあり得る。

図-1 川内川第三地点取水口模型 (1/5)

ⅡH型 単位: cm

①~④ ヒコシノダ



に、流れの動向万ものにも影響される。そこで漏の発生には本口下流きも含め水路全体としての水の動きを理かめの上で考えねばならぬと思う。このため漏の発生状況と対して決りあう関係があると考える。

$$f(\sqrt{gD}, Bh/D, L/B, h/D, f_0, \varepsilon) = 0$$

$Bh/D, L/B, h/D, f_0$ (各口の損失係数) は幾何学的条件を示し、 Bh/D は流入と流出との流速の比、 $\sqrt{gD}$ ($=Fr$: 各口のFroude数) は各口流速の変動を示し、 ε はチューブラービニールの下流の深度を示している。川原発電所の実験(吉高: 水工学実験会: 62) では Bh/D が最も影響すると思われた。なお Reynolds 数の影響もあるが、大きい ($> 2 \times 10^4$) Reynolds 数による差はないといわれている。

II. 小型直線水路実験

a. 横断方向の流況について

流量を一定にし、取水位を変えて横断方向の流況をみると、I型では図-2のようになる。 h が深いときは流入流速は小さく、拡散して隅に強い強い回転流があり、各口全断面にわたって流れていく。表面層は弱く、 h が浅くなると流入流速は速くなり拡散されず、横断の回転流が広い範囲に生ずるようになる。段々浅くなると、流水は速く、前面の壁にあたるようになり、死水領域はあふ、各口の一部分のみ下流に流れるようになる。

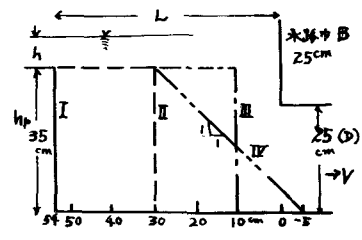
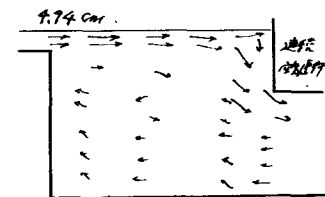
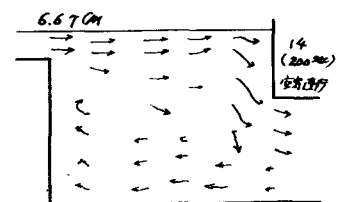
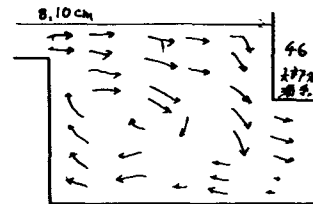
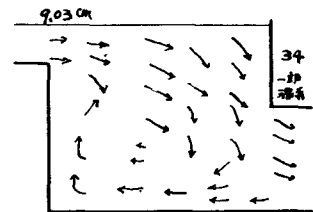
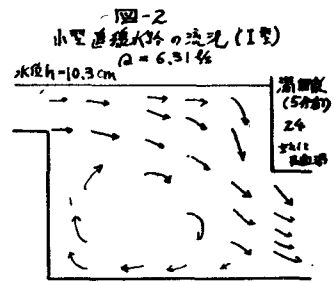
表面漏の生ずる範囲は狭くなるが強く、常に漏は生じていて空気が吸込まれる。浅い場合は上の形勢はなる。IもIIIも流況は同じようになる。

b. 表面漏の状況について

漏の判定についてはある客観性のある方法がないが、この場合漏を連続して発生しているのを、一応、A: 回転流のみ、B: かなりけつせりした漏れで、心に強制漏れがみられる、C: 漏れが各口まで到達する、D: 空気の混入を生ずるものという境界を考え、5分間の測定中に比較的どの範囲の現象がこつたかを判定し、I~IV型すべてに $Bh/D^2 \sim Fr$ をプロットすると図-3となる。= 水には必ずしも混入した。

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad Bh/D^2 &= 5.0 Fr & \textcircled{2} \quad Bh/D^2 &= 2.55 Fr \\ \textcircled{3} \quad Bh/D^2 &= 3.4 Fr^{0.887} & \textcircled{4} \quad Bh/D^2 &= 1.55 Fr^{0.887} \end{aligned}$$

①, ②は筆者が川原発電所で実施した実験で④は津博士のポンプによる限界、③は空気進行の限界を示し、③, ④は津博士のポンプ



槽の実験で、③は溜りの発生限界、④は空気を運行の限界である。(②は既述の値をとる)

小型水路実験では①の溜りが発生する限界はよくあっているが、②、④の空気を運行限界ではより深い水深からすでに縮み込みが生ずるに及び、非常に側面になっている。②はパイプに入るためあまりに小さな水深をあたえすぎている。

大体の傾向はパイプの0.887乗である、管径の乗数としての Bh/D^2 は F_r と大体比例するものとされておられる。

よって $Bh/D^2 = \alpha F_r$ として α の値を本実験別々に求めると表-1となる。

IよりIIとLを短くしても α の値は殆ど変化しないからである。図-2の流況のようにIIまでLを短くしてもIの流況と変わりないことが当然である。流量が同じであると、 α 値が大きければ大きな水深で溜りが発生する、すなわち α 値が大きい程そのような流況になりやすいことを示しているから、IIIは α 値が大きくなっている。しかし流況で説明した α のCD点とではあまり変化する。

IVはII、IIIの中間にあり、IIの死水領域を傾斜面でありかえり形と考えられる。よって溜りの発生を避ける排水口の設計では、Lをより死水領域に近づける必要があることを確認することが重要であると考えられる。

図-3 小型直線水路の流況

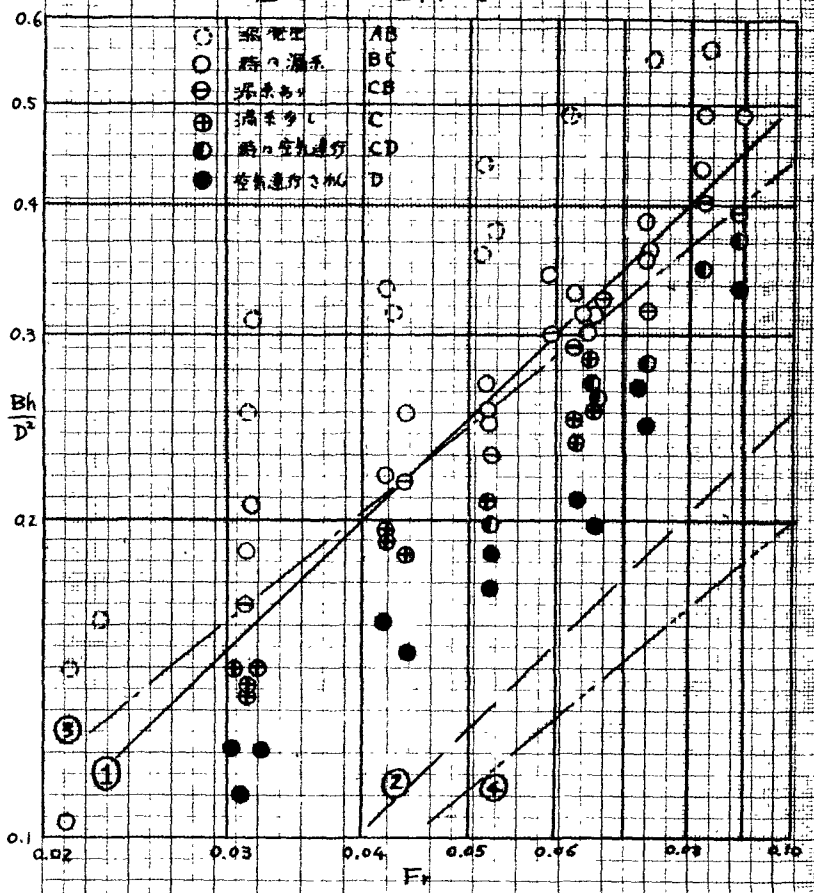


表-1

実験別の α 値

流況		AB 発生	BC 発生	CB 発生	CD 発生
小型水路	I (L=54)	8.0	5.0	4.2	3.8
	II (L=30)	8.0	5.2	4.4	3.7
	III (L=10)	9.0	5.5	5.0	4.0
	IV (D=200mm)	9.0	5.5	4.4	3.7
1/15 曲線	B=10m	5.6	5.0	4.0	3.2
	B=5m(両側)	4.4 (3.2)	3.5 (2.2)	2.8 (1.6)	2.2 (1.4)
川原、急流 (1/25)		10.0	7.5	5.0	2.85

(註) B=5m は中央に隔壁を入れたもので

() 内は B=10m として計算したものを。

3-(5)-4