

金沢大学 大学院 ○太田準士
金沢大学 工学部 正員 高瀬信忠
住友電気工業(株) 正員 丸山一郎

1. はじめに

ゴム引布製起伏堰は経済性が良く、また完全倒伏が可能なことから、最近、取水堰などによく用いられており、更に水力発電用として、その大型化も考えられている。構造原理は袋体の内部に水あるいは空気を注入し、圧力を加えて堰を形成するものであるが、特に経済面から、空気式が多く用いられている。しかし空気式堰は上流水位が一定であっても、内圧を徐々に下げていくと、ある時点から堰頂点が局部的に下がり、越流断面がV字型になるという、いわゆるVノッチ現象が生じる。このVノッチが生じた部分には流れが集中するため、いろいろな問題が生じが、特に従来よりVノッチによる急激な流量増加のため、下流部には想像以上の不連続的な流量が急増する洪水の発生があるのでないかと懸念されてきた。越流量およびダムの高さはVノッチが発生するまでは、マンメータを用いて測定した内圧により比較的正確に推定できるが、Vノッチ発生後の水理特性は現在ほとんど知られていない状態である。したがって本研究ではVノッチ発生時の内圧、流量、ダム高などについて実験を行ない、若干の考察を行なうことにした。

2. 実験装置および方法

幅 $B = 100\text{cm}$ の水路に、設計高 $H_0 = 10\text{cm}$ のゴム引布製起伏堰を設置し、内圧、流量、水位、ダム体積を計測したが、詳細は文献(1)に示す通りである。

3. 実験結果および考察

第1実験：図-1および図-2は水位を一定 ($N = \text{一定}$) とし、流量と内圧および堰体積との関係を示すが、図-1ではVノッチ発生後、内圧が一定に保たれているにもかかわらず、流量が増加していくことが明らかである。すなわち、この時は内圧のみでは越流量は推定できないことがわかるが、この場合、流量を制御する重要なパラメーターは内圧ではなく、堰の体積、すなわち堰内の空気量となる。用いた模型では空気の圧縮性が余り影響しないことから、体積の測定は容易であり、この実験結果を図-2に示すが、これは水位を一定にし、体積を徐々に減らしながら流量 Q を測定したものである。実験装置に限界があるため、 $Q > 30$ 分では実験を行っていないが、体積 V と越流量 Q との関係は滑らかであり、不連続な流量の増加はみられなかった。特に完全倒伏の

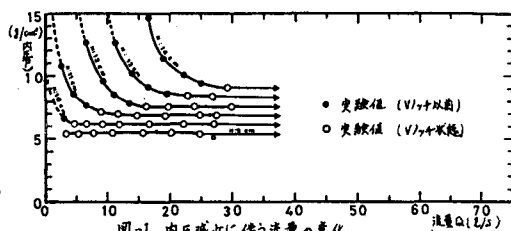


図-1 内圧減少に伴う流量の変化

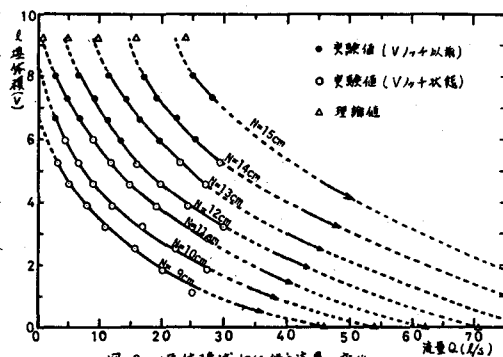


図-2 堰体積減少に伴う流量の変化

時は、実験値は翼配断面が堰上にあると仮定した計算値($Q = 1.705 N^{3/2}$)に接近する傾向のあることがわかるが、このことからVノッチ発生後は極度に流量が増加するのではないかと心配は、ほばないものともいえる。すなわちゴム引布製起伏堰は、かなり安全性の高いものであるということができると思われる。なお、ここで得られた実験結果はフルード則を用いることにより、実際の場合に適用できると考えられるが、本実験は堰幅と設計高の比が $B/H_0 = 10$ の場合のみの実験値に限られているので、今後は更に B/H_0 を変えた実験を行ない、広範囲に使用できる図を作成する必要がある。

しかし流量増加の状態は本実験によって良く表わされているものと思われる。そしてVノッチ発生位置が変わっても、実験の範囲内では越流量に大した変化はみられなかった。次に図-3(b)では水位が一定のもとで体積を減らすことによりみられる内圧の変化を示すが、ここでは水位(N)が、 $N = 10, 11, 12, 13, 14, 15$ cmのそれぞれについての実験結果をまとめたものである。Vノッチが発生するまでは空気の排出に伴い内圧 P は減少するが、Vノッチ発生後、 P はほぼ一定になることがわかる。 P の限界値と水深との関係は図-3(a)に示すが、ほぼ直線とみることができるとは、これらを理論的に説明することは困難であるため、以下のような実験を行なった。

第2実験：堰の上下流部を閉めきって静水状態にし、水位一定のもとで体積 V を変化させて内圧との関係を求めたが、その結果を図-4(b)に示している。図中水位が、 $N = 12$ cmでのいろいろな体積での袋体の形を付け加えたが、この実験でもVノッチ時と同様に内圧が一定になる範囲のあることが明らかにになった。

以上より、この現象は越流によって生じるものではなく、水压がかかる袋体の特徴であることが明らかになった。

なお、図-4(a)には内圧 P と水深の関係を示すが、内圧が一定値になる限界は、やはり直線で表わすことができるようである。

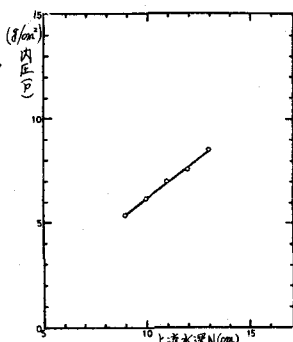


図-3(a) Vノッチ時の内圧の限界

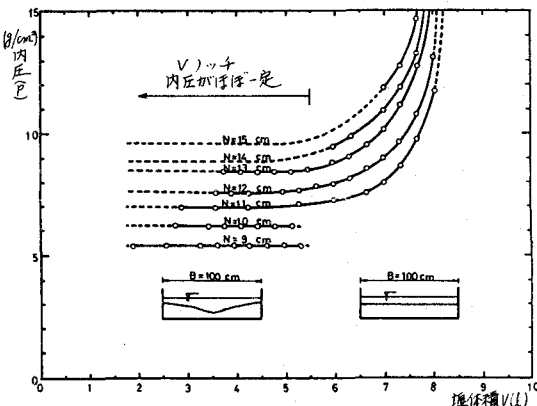


図-3(b) 平常越流からVノッチ時における体積減少に伴う圧力の変化

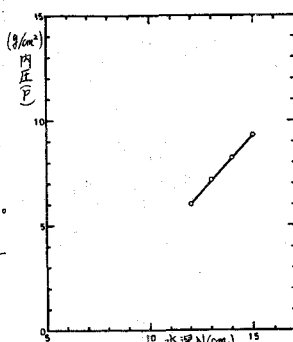


図-4(a) 静水状態で内圧が一定になる限界

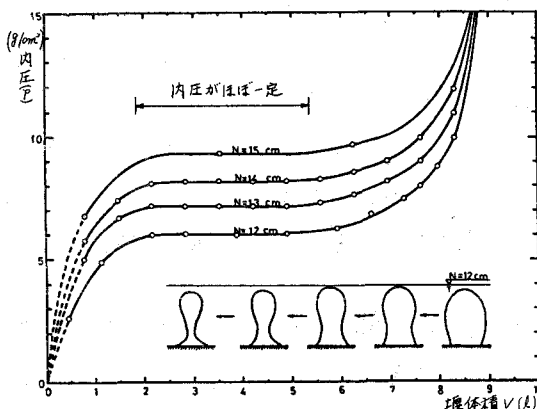


図-4(b) 静水状態で体積減少に伴う内圧の変化

参考文献； 1) 高瀬信忠，丸山一郎，太田準士：ゴム引布製起伏堰の水理模型実験によるV notch現象についての一考察，土木学会第7回年次学術講演会講演概要集，1982年10月。