

○石川工業高等専門学校 正員 布本 博  
金沢大学 工学部 正員 高瀬 信忠  
住友電気工業株式会社 正員 丸山 一郎

### 1. はじめに

ゴム引布製起伏堰は、従来の堰に比べて経済性がよく、また、完全倒伏が可能なことから最近取水堰等によく用いられるようになってきた。構造は袋体の内部に水、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。堰高は一般に3m以内の低いものが多いが、堰上流に堆砂した場合は完全倒伏することによって土砂を排出させることができる。しかし、堆砂しても場所的に、あるいは季節的にある程度の期間は倒伏できない場合も考えられるので、堆砂している場合の水理特性についても検討しておかなければならない。本実験では、堆砂厚を堰高の2割、4割、6割の場合について検討したものである。

### 2. 実験装置

模型堰の本体である袋体は特殊合成ゴムをナイロン布で被覆したものであり、堰長100cm、堰高10cm、周長27.6cmである。流量は2~25 l/secで電磁流量計を使用し、堰内圧はマノメーターで測定した。

### 3. 実験結果

堰の越流量 $Q$ は、一般には越流係数 $C$ を用いて $Q = CBR^3$ で表わされるが、 $B$ は堰高、 $R$ は越流水深である。

図-1は堰上流に堆砂がない場合、堰高の2割、4割、6割堆砂している場合について、また、堰内圧が10%、20%について越流係数 $C$ と $R/H$ との関係についてみたものであるが、 $H$ は堰高である。堆砂がない場合には、内圧による相違はほとんどみられずAnwarの実験結果とほぼ一致した。そして、堆砂厚が大きくなると越流係数は大きくなり、 $C$ と $R$ の関係でみると $R$ の小さい時は堆砂によって $C$ の相違がやや大きい、 $R$ の増大に伴って相違はほとんどなくなる。内圧による相違もほぼ同様で内圧の大きい方が $C$ はやや大きい、越流水深が大きいほど越流水深と堰表面との摩擦抵抗による流速低下が小さくなるために $R$ が大きくなると $C$ も大きくなるものと考えられる。また、内圧による変化は内圧が高いと下流側表面の曲率半径が大きくなり遠心力の影響が大きくなり現われるためと考えられる。図-2は水位一定で内圧変化に伴う流量の変化をみたもので、水位を一定に保ち堰体積を減少させて流量を増加させた。堆砂厚は堰高の4割の場合で、流量が大きくなると $P$ は急激に減少するが、

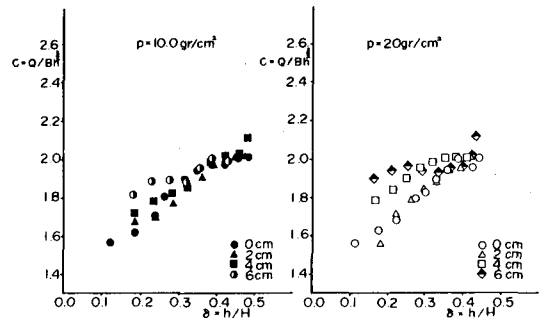


図-1

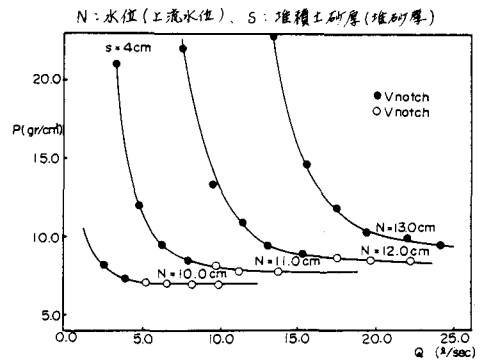


図-2

その後の $P$ は一定値となる。そして、堆砂厚を大きくすると堰かであるが、一定の内圧に対して流量が大きくなることとわかる。一般に内圧が高いと流水の流下能力範囲が小さいのであるが、同じ内圧では堆積土砂のある方が流下能力範囲が大きい。これは流速が大きくなるため越流水深が減少することに起因するものと思われる。しかし、Vノッチ発生直前においては堆砂厚にはほとんど関係なくほぼ同様な値をとる。

図-3は堰体積と内圧の関係を示したもので、これよりVノッチ発生後の堰内圧が一定値に収束するが、堆積土砂は内圧制御による流水の流下能力範囲には影響しなく、また、内圧の高い場合は堆砂の有無にかかわらず、内圧の減少に対して、流下能力範囲の拡大幅は小さいことがわかった。

図-4は堰体積と上流水位、内圧の関係を示す。Vノッチ発生前では堆砂厚にかかわらず体積と水位変化はほぼ直線関係にあるが、Vノッチ発生後は曲線となり、堆砂厚別にみてもほぼ同じ傾向にある。これはVノッチ発生後には越流量の増加が生じることを示すものと思われる。内圧との関係についてみると同体積でも堆砂がある場合には幾分内圧の増加がみられるが、これはVノッチ発生の有無にかかわらずその影響があらわれているものといえよう。そして、堆砂厚が大きいほど内圧の上昇も大きい、上流水位の変化に対する内圧の制御範囲は小さいことがこれまでの研究で明らかで、これは内圧変化に対して堰高の変化が小さいことに起因するものであると考えられる。更に、堆砂時には内圧に変動があるため、内圧を倒伏時、平常時を問わず堰制御のパラメータとして用いることは好ましくないものといわなければならぬであろう。

図-5は $\alpha = (P/H)$ と $\sigma = (P/H)$ の関係をみたもので、空気式では内圧が低くなるとVノッチを生じ、形状が急激に変化するが、萩原らは、堰が正常な形で存在し得る限界の条件式を理論的に導いている。すなわち、

$$\frac{h}{H} = \frac{3}{4} \frac{P}{H} - \frac{3}{2} + \frac{3}{4} \sqrt{\left(\frac{P}{H}\right)^2 + 2}$$

Hは堰高、Pは内圧、hは越流水深である。本実験の堆砂がない場合と萩原の理論式はほぼ一致したが、堆砂がある場合はVノッチの発生限界に変化がみられた。そして、堆砂厚が大きいほど発生限界に大きく影響を与え、堰倒伏時において、越流水深が等しくても堆砂厚の大きい方が、内圧の高いところでVノッチを生じることになり、内圧による制御範囲に変動を生じることになる。 $\alpha$ と $\sigma$ の関係をみると、堆砂がない場合： $\alpha = 0.82\sigma + 0.56$ ，堆砂が堰高の2割の場合： $\alpha = 0.82\sigma + 0.56$ ，4割の場合： $\alpha = 0.75\sigma + 0.66$ ，6割の場合： $\alpha = 0.81\sigma + 0.76$  となるが、 $\sigma$ に掛る係数はほぼ0.8となっており、堆砂厚が大きいほど定数が大きくなり、これは堆積土砂による内圧の増加が原因と考えられる。最後に、実験や計算とよりまとめに当って御協力願った当時学生の堂垣則孝君(石川県庁)に対して、深く感謝する次第です。

#### 参考文献

萩原国宏・立石昂・古屋久和：ラバーダム形状に関する研究、土木学会論文報告集、No.179、1970年7月。

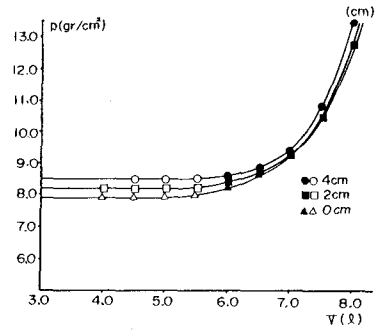


図-3

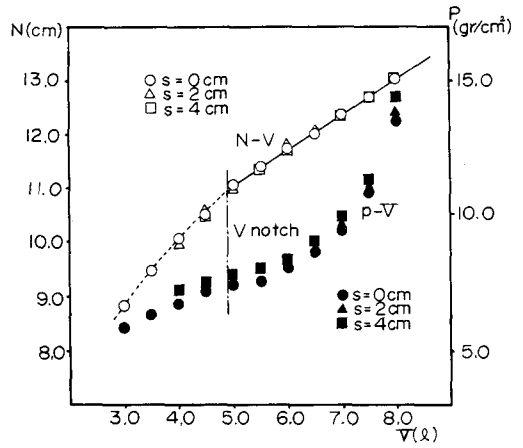


図-4

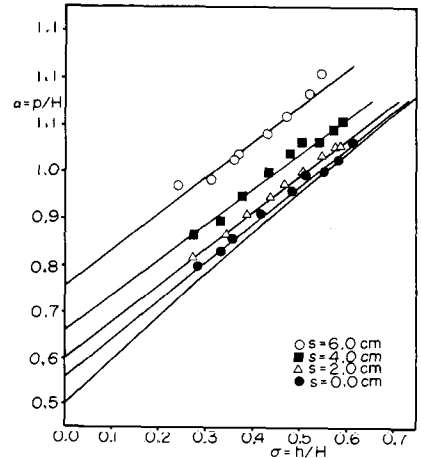


図-5