

日本自動機工株式会社 江森 坦也
シグマコンサルタント 山下 四郎
ログエンジニアリング株式会社 田中 壽美

・はじめに

経済性、施工性の他、維持管理の容易性等多くの利点を有するため、近年、ラバーダム（ゴム引布製起伏堰）の普及が急増している。このラバーダムの設計に当たっては、建設省河川局治水課監修によるゴム引布製起伏堰技術基準（二次案）がある。しかし、ラバーダムの大型化や、設置箇所が増大に伴う計算条件の多様化（堆砂、地震、波浪等）等各々の設置に当たって更に詳細な設計検討を行う必要性が生じる場合がある。

そこで、我々は数年前よりパソコンによるラバーダムの形状計算プログラムを開発し、ラバーダムの設計に際して、補助的に使用してきた。そして最近のパソコンの進歩により更にラバーダムの設計において、有効な手段として実務に耐える実用的なシステム構築が可能となったために、このシステム開発に着手した。ここにその1例として、流れのある場合の水式ラバーダムについて報告します。

・基礎方程式及び数値計算手順

ラバーダム断面（2次元）の一部を図1のように各ディメンションを与える。すなわち $A(x, y)$ と $B(x', y')$ 間の曲線長を ds とし、各点での張力を T, T' 、内圧を P_i 、外圧を P_o とする。

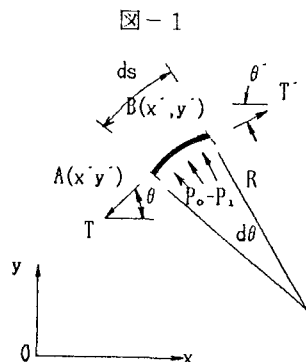
今、 x, y 両軸方向について ds 部分に働く力のつり合いを考えると

$$\begin{aligned} T \cos \theta - T' \cos \theta' + (P_o - P_i) dy &= 0 \\ T \sin \theta - T' \sin \theta' - (P_o - P_i) dx &= 0 \end{aligned} \quad \text{-----①}$$

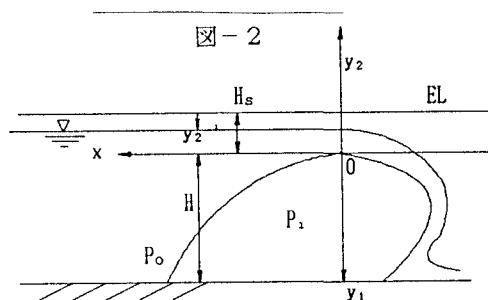
で表わせ、②式のように書き直すことができる。（詳細は文献(1)参照）

$$\frac{(P_i - P_o)}{T} = \frac{\frac{d^2 y}{dx^2}}{\left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right\}^{3/2}} \quad \text{-----②}$$

但し、 $X' = X + dx$
 $y' = y + dy$ とする。



上記基本式より越流のある場合の曲線形状を算定するが、ここではプログラムのフローチャートに従って説明すると図-3のようになる。なお、この時の座標系は、図-2、に示す通りである。図-3より分かるように本プログラムは、数値解析の手法（コンピューターの特性）を活かすように考慮して作成した。これにより、計算条件相違による計算結果の差を少なくすることに役立つものと思われる。たとえば、越流のない場合の計算結果と、越流がある場合で越流水深を0とした場合の計算結果との差などである。



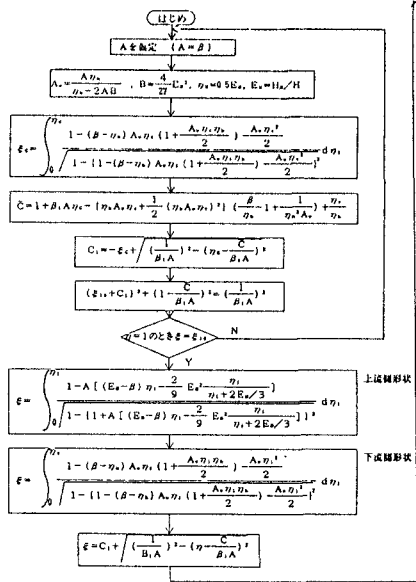


図-3

・計算例

計算例として、下流水深が堰高Hに対して0.8H、0.5H、0.3H及び下流水深なしについて、越流がある場合の計算結果を図-4に示す。これらは基本（堰高H=1.0m、内圧β=0.5、固定長L=1.436m）と同一条件（周長、固定長及び断面積が一定）で算出したものである。

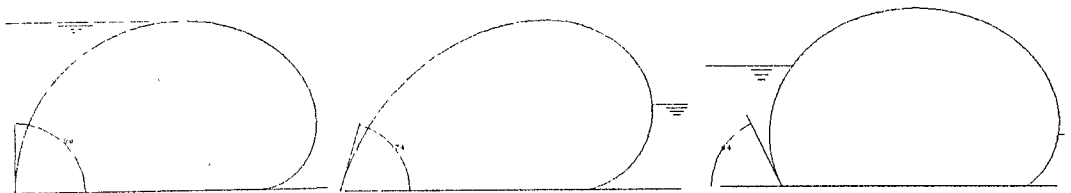
なお、(1)基本及び(2)上流水深1.5m、下流水深0.5m他、(3)上流水深0.8m、下流水深0.3mの形状を図5に示す。

図-5

(1)

(2)

(3)



・おわりに

今回報告したプログラムでは荷重条件としては、堆砂、地震荷重、及びこれらの組み合わせがあるが、これ他に考えられるものとして、波浪、風、積雪等の荷重がある。これらはいずれも比較的容易にプログラムに取り入れることができると思われる。

このプログラムの活用法として考えられるものとしては、ラバーダム操作マニュアルを作成することが考えられる。ラバーダムは内圧が一定であっても上下流の水位により、堰高及び形状の変化が複雑であるため、水位操作が困難である。そこで、詳細な操作マニュアルを施工に先立って作成しておくことは有意義であると思われる。また更に、パソコンを導入設置することにより、堰高及び水位調節することも可能となる。今後は更に実績や実験データをもとに検証していく必要がある。

最後に本プログラム作成に当たって東洋大学工学部教授、荻原国宏先生に有意義な助言をいただいたことをここに付して感謝の意を表します。

・参考文献 (1)ラバーダム形状に関する研究 土木学会論文報告集第179号・1970年7月