

37 透過型砂防ダムに作用する水圧に関する実験的研究

(財)砂防・地すべり技術センター ○嶋丈示 阿部宗平 田島秀俊
 パシフィックコンサルタンツ(株) 佐々木博明

はじめに

鋼製透過型砂防ダムの設計において、水圧の取り扱いには設置箇所あるいは設置目的によって異なる。例えば土石流の捕捉を目的とした場合、ダム上流が満砂しても堆砂内の水は抜けるものとして水圧は考慮していない。一方、流木の捕捉を目的とした場合、流木によって透過部が閉塞され上流が湛水したとして水圧を作用させている。そこで本実験は、透過型ダムの透過面積や堆砂状況による水圧の変化を実験により求め、透過型ダムの設計に対する水圧の考え方を整理し、その設計手法の資料に資するものである。

1 実験概要

1.1 検討内容

透過型ダムの捕捉状況に対応した設計外力を想定するために、透過型ダムをモデル化した壁体に水圧及び堆砂圧を作用させ、壁体に働く外力を計測する。検討項目は以下の通りである。

- a) 空虚な透過型ダムにおける、透過面積に対する水圧の低減率の検討。
- b) 堆砂した透過型ダムにおける、堆砂状況による作用水圧に関する検討。

1.2 実験装置

実験装置は図-1.1に示すように、幅50cm、高さ45cm、水路長12.0mの直線水路を仕切り、そこにアクリル板を加工した壁体（透過型ダム模型）を設置した。壁体は図-1.2に示すように縦スリット（透過面積率10, 30, 50%）、円形格子（透過面積率9, 28, 46%）の透過部を有している。

荷重の測定方法は壁体の底部をヒンジとし、上部をワイヤーで引っ張り壁体に作用する全荷重をロードセルで計測した。使用した礫は、平均粒径の異なる10.2mm, 7.0mm, 3.8mmの3種類の単一粒径と、これらを混合した混合礫を用いて透水性の異なる堆砂状況を再現した。なお上流河床勾配はレベルとした。

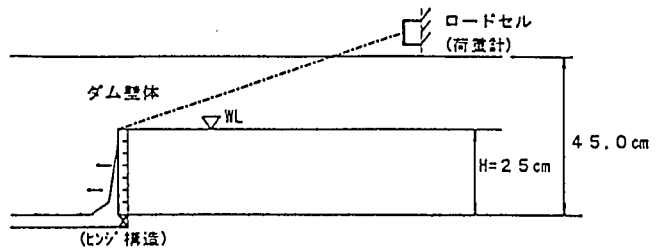


図-1.1 実験模型概略

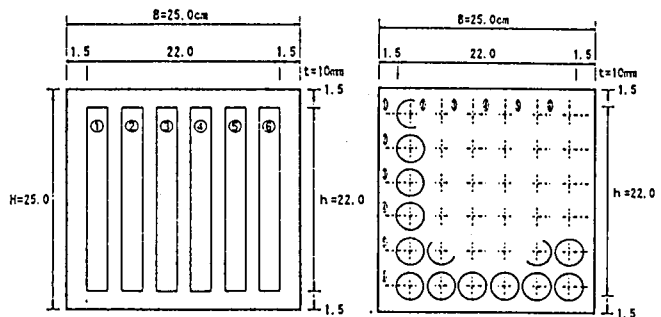


図-1.2 壁体の透過部形状

2 実験結果

2.1 空隙を有する壁体に作用する水圧

図-2.1に円形格子の壁体を使った場合の壁体に作用する全水圧と水深の関係を示す。併せて、図-2.2に透過面積率と流量の関係を示す。

このことから、空隙を有する壁体に作用する水圧は、透過面積率に応じた水圧の低減が認められる。透過面積率に対する全水圧及び流量は、直線関係にあり相関

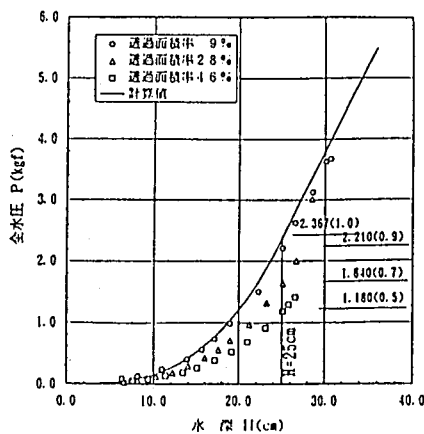


図-2.1 荷重(全水圧)と水深

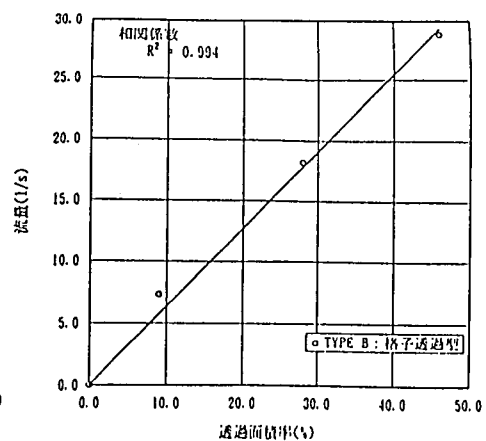


図-2.2 流量と透過面積率

が高い。ゆえに、透過型ダムに作用する全水圧の算出式は、次式のように表すことができる。

$$P_w = 1/2 \times \gamma_w \times h^2 \times \eta \times C$$

ただし、 P_w ：透過型ダムに作用する水圧、 γ_w ：流水の単位体積重量、 h ：水深、 η ：(1-透過面積率)、 C ：抗力係数である。

2.2 堆砂状況による空隙を有する壁体に作用する堆砂圧及び水圧

図-2.3は壁体の背後に礫を堆積させたもので、△でプロットしたものは側圧(壁体に対して)が作用するように礫を置いたものである。○でプロットしたものは側圧ができるだけ作用しないように礫を置いたものである。両者とも徐々に堆砂高を上げ、壁体に作用する荷重を測定した。実際の堆砂状況はこの中間にあると思われる。

図-2.4は上記の2種類の締め固めにおいて壁体の天端まで堆砂させた状態で水位を上昇させたときに壁体に作用する荷重を測定したものである。両者とも水位の上昇による荷重の変化はなく、ほぼ一定の値を示している。

次に同様の実験(側圧を加える)を礫径を変えて行った。図-2.5は礫径の大小(透水性の違い)による水圧の変化をみたもので、礫径が小さいほどよく締め荷重が大きくなっていることがわかる。壁体に作用する水圧は、礫径の大小、作用堆砂圧の大小による変化はなく、ほぼ一定の値を示しており、水位による水圧の増加は認められない。

3 まとめ

(1) 空隙を有する壁体に作用する水圧

透過面積率に対する水圧及び流量は、その透過形状に大きく影響を受けず、直線関係にあり相関(相関係数 $R^2=0.9$ 以上)が高く、計算値と整合一致している。

(2) 堆砂状況による水圧の変化

締め固め方法の比較検討より、作用堆砂圧は締め固め状態(堆砂状態)に大きく影響し明確に異なる。一方、水位の増加に伴う荷重の増加は認められない。

礫径の大小による比較検討より、壁体に作用する堆砂圧は、礫の大小による差異が認められる。一方、水位の増加に伴う荷重の増加は認められない。流量関係は、今回の粒径程度では顕著ではないが、礫の大小により若干差異が認められる。

おわりに

本実験の観察から、壁体の透過部に到達した流水は、流速が小さく鉛直方向に落ち自由水面となり、壁体には水圧が作用しないものと考えられる。透過型砂防ダムの設計外力は、堆砂面下においてはダム上流の堆砂状況や流水の有無に拘らず堆砂圧のみ作用するものとし、堆砂面上においては流水に対して透過部の形状(透過面積)に見合った水圧が作用するものとする。

最後に、本実験を進めるにあたり御助言を頂いた京都大学水山教授に対し深く感謝いたします。

<参考文献> 1)伊吹正紀:砂防特論, 森北出版, pp. 87~89, 昭和30. 2)遠藤隆一:砂防工学, 共立出版, pp. 138~142, 昭和33. 3)鳥山武雄:新砂防工学, 理工図書, pp. 121~123, 昭和42. 4)駒村富士弥:治水・砂防工学, 森北出版, pp. 166~171, 昭和53. 5)塚本良則, 小橋澄治:新砂防工学, 朝倉書店, pp. 149~150, 平成3. 6)福岡正巳:土圧と有効応力, 土と基礎, Vol. 36, No6, pp. 37~42, 1988. 7)久楽勝行, 松本徳久:設計における有効応力の用いられ方, 土と基礎, Vol. 36, No. 6, pp. 59~64, 1988.

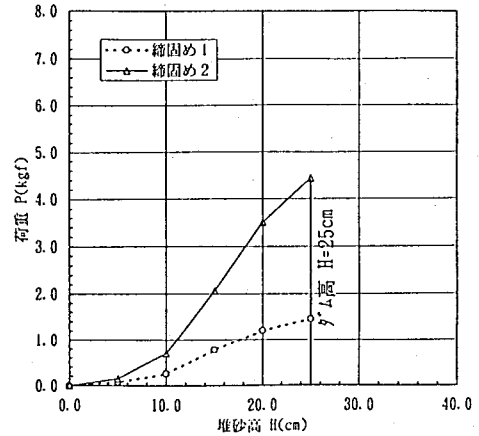


図-2.3 荷重(堆砂圧)と堆砂高

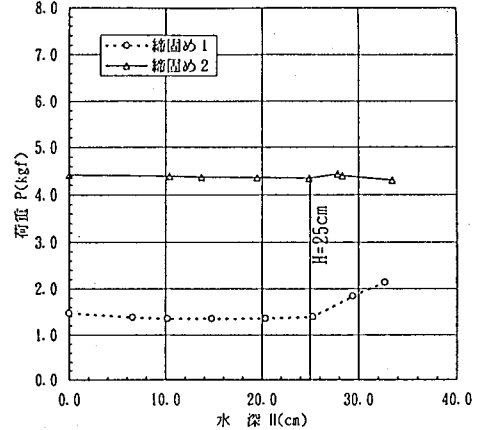


図-2.4 締め固めの違いによる荷重(水圧)と水深

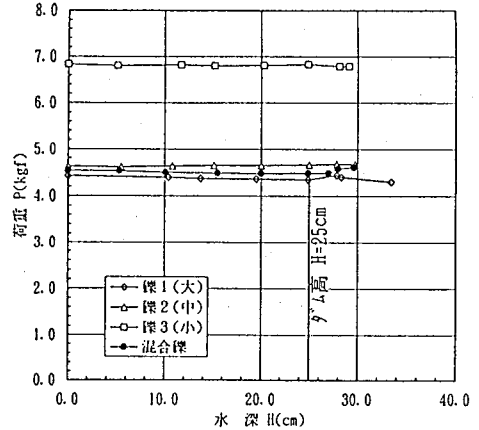


図-2.5 礫径の違いによる荷重(水圧)と水深