

模型実験における土石流段波による洗掘について

宮崎大学農学部 谷口 義信
高橋 正佑

1. はじめに

土石流段波に関する研究は平野・岩元の土石流の流下過程に関する実験的研究¹⁾ベルトコンベヤ式実験水路による2, 3の実験結果²⁾について等がある。これらはいずれもナヴィエ・ストークスの方程式に基づく基礎的な理論解析である。筆者はこうした手法によらず、直接的な実験研究を試みた。すなわち桜島の諸河川では土石流通過後、著しいダム基礎部の洗掘や、水たき末端部の著しい洗掘の起っている例が多数見られる。こうした洗掘はダムの倒壊につながり新たな土石流災害をひき起すことになる。ここではこうした洗掘はどのような河床状態のときに最も起り易いのかを実験的に明らかにすることを試みた。

2. 実験の概要

ダム基礎部の洗掘は非常に古い問題であり、すでに水たき工や副ダム等によってその解決が図られている。しかし桜島では写真-1に示すように土石流によって副ダム基礎部の著しい洗掘（水たき末端部の洗掘も同様）が起っている。実験は図-1に示すように20cm×20cm×200

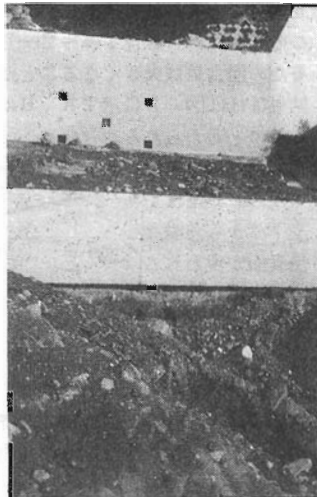


写真-1 副ダムの洗掘

水路内に平均粒径 1.2mmの砂（比重2.64）を厚さ10cmに一樣に敷き詰め、これに上部貯水槽で発生させた段波を流して行った。段波として与える流量はいずれの実験とも総流量で3ℓであった。この場合のピーク流量は毎秒2ℓ程度となった。模型の縮尺を $\frac{1}{50}$ ～ $\frac{1}{100}$ と

し、段波を理想段波、さらにフルード相似が成立するとして同流量を仮に現実の流量に換算すれば毎秒50～200m³程度に対応すると考えられる。水路の条件は図-2に示すように水路内に構造物がない場合（無構造物、図-2のa）、

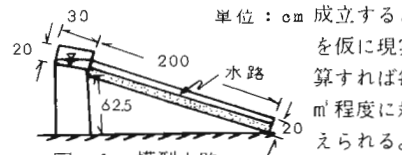


図-1 模型水路

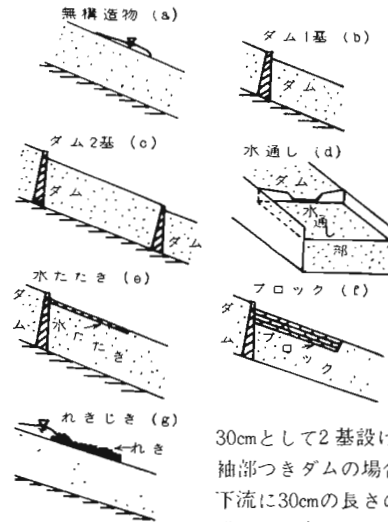


図-2 構造物の配置図

水路内より120cmの位置に袖部なしのダムを1基設けた場合（b）、ダム間隔を30cmとして2基設けた場合（c）、袖部つきダムの場合（d）、bの下流に30cmの長さの水たきを設けた場合（e）、水たきの代わりに図-3に示すようなブロックを3段重ねで30cmの長さにあわせて敷設した場合（f）、水路の上流端より80cmから100cmの区間にわたって粒径1cm～2cmの礫を敷きつめた場合（g）の7種類に分け、段波による水路床面の低下を調べた。



図-3 ブロック

3. 実験結果

図-4は段波の流出回数と構造物の設置別の水路底面の勾配変化との関係である。同図縦軸の*i*（勾配比と呼ぶ）は、段波通過後の水路床の底面勾配（現勾配と呼ぶ）を段波通過以前の勾配*I*。（元勾配と呼ぶ）で割

った値 $\frac{i}{i_0}$ であり、 $i = 1$ は現勾配が元勾配と同一であることを示し、 $i < 1$ は元勾配よりも緩やかであることを示す。また、0cmとは構造物の下流端（たとえばダム直下、水たたきの下流側末端）の位置から下流側10cmまでの範囲を指し、10cmとはさらに下流側10cmから20cmまでの範囲を指し、20cmとはその下流側20cmから30cmまでの範囲を指す。同図の水たたきとブロック敷設において20cmがないのは、これらではこの位置においてすでに水路下流端からの影響が認められるので、これを除いたためである。

4. 考 察

図4からそれぞれの構造物ごとの侵食形態の特性について以下考察する。

(a)では水路床の低下は元勾配面にほぼ平行して進んでいる。

(b)では0cmで2回目以降顕著な侵食が起っているが、10cm、20cmでは勾配がやや緩和され、侵食量は減少していることがわかる。

(c)では0cmで4回目以降勾配比は、急激に増加していることがわかる。10cmでは5回目まで i は1より大きく、したがってここでは侵食が激しく、それが次第に上流側に波及し、0cmの4回目以降の勾配の増加を来たしたものと考えられる。20cmにおける i は6回目で1より大きくなっているのを除けばいずれも1より小で、底面勾配はやや緩やかとなっていることが

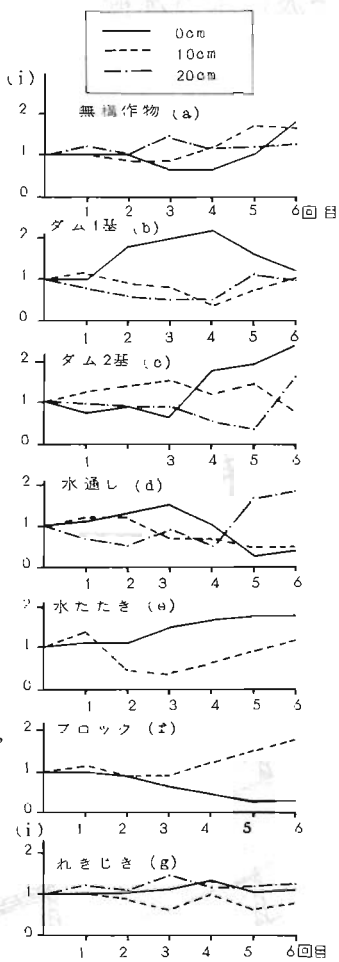


図4 段波の流出回数と勾配比 i との関係

知れる。これは2基目のダムの影響と考えられる。

(d)では0cmにおいて3回目まで勾配増加が続いている。これはダムに袖部が設けられ、水通し部が水路内の一部に縮小されたため、水通し部からの侵食が起ったためである。そしてこの侵食は一般に急激な床掘れとなる。10cmで3回目以降いずれも i は1以下で、勾配はやや緩やかとなっている。これは0cmにおいて床掘れが起ったためと考えられる。20cmで5回目後は急激な増加を示しているが、その他はいずれも1より小さく、0cmでの床掘れの影響が認められる。5回目後の急激な増加は水路末端の影響と考えられる。

(e)では、0cmにおいて i はいずれも1より大きく、水たたき下流端から侵食の起っていることが知れる。これは水たたきの基礎が次第に洗掘され、その下に空洞の生ずる危険性のあることを意味する。10cmでは2回目以降 i は1よりやや大きいものもあるが、一般的に1より小さく、勾配はやや緩やかとなっている。これは0cmで基しく侵食が起ったため、それより下流側では堆積による影響が現われたものと考えられる。

(f)では、ブロックの敷設により、0cmで i は1より小さく、勾配は緩やかとなっているが、10cmでは次第に増加しているのが認められる。この影響は0cmでの5回目以降に現われ始めている。これはブロックが流失すれば、水路床面の低下は急激に進行することを意味しているものと考えられる。

(g)では i はすべて1前後の値で、水路床面は略元勾配面と平行に低下していることがわかる。しかしこの場合は礫（直径1cm～2cm）が段波前面に集中するため侵食量は大きくなることが認められた。以上の結果はほぼ図5に示すA、Bの2つの型に分類されるものと考えられる。

A型はダム等の近くから、B型はやや下流から急激な侵食面が現われ

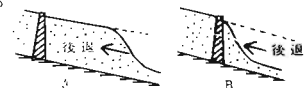


図5 急激な侵食面後退模式図

れが上流に波及（後退と呼ぶ）していくものである。

5. ま と め

A、Bいずれの型にしる段波の通過により急激な侵食面の後退が起り、構造物の基礎が洗掘されることが明らかとなった。今後はその防止法の追求を試みたい。

引用文献

- (1) 平野・岩元・猿渡：22水構論， 283～ 289，1977
- (2) 岩元・平野・猿渡：52年度砂防学会講演集， 64， 1977