

(68) S字型水路における土石流の挙動

建設省防災課 池谷浩 土木研究所 ○上原信司

はじめに

土石流が湾曲部を通過する際にどのような挙動をするかを解明する事は、防災計画や対策工を検討する上で重要な点である。本研究は、特に現地形で多く見られるS字型カーブでの土石流の挙動を、単曲線の実験結果¹⁾と比較しながら実験的に検討したものである。

1. 実験施設及び実験方法

長さ5m、幅20cmの直線水路の下部に、両面アクリル製の湾曲水路(Ⅰ湾とⅡ湾は同じ規格)を設置し、さらにその下流部に約2mの直線水路を設置した。湾曲水路は、半径R=100cm, 200cm、中心角θ=30°, 60°の計4種類である。実験は、上流直線水路内に図-1に示す土砂を7cm厚、長さ5mに敷きつめ、上流端から給水して土石流を発生させた。勾配は4°, 8°, 16°と変化させ、土砂を含まない水だけの流れと比較しながら流れの様子を観察した。

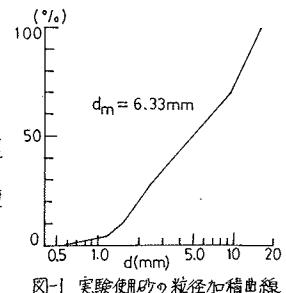


図-1 実験用砂の粒径加積曲線

2. 実験結果及び考察

2.1 清水の湾曲部における流れ 図-2は勾配が16°の時

におけるS字水路での清水の水面形状を示したものである。本実験結果においては、最高水位が生ずるのはθ=30°付近であり、最高水位が生ずる付近でⅠ湾から

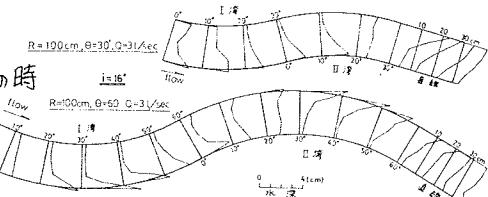


図-2 S字水路における清水の水面形状

Ⅱ湾になる場合は、Ⅰ湾による片寄りの影響がⅡ湾にまで及ぶ傾向がある。θ=60°の場合は、30°付近で最高水位を生ずるが、その後減少して、Ⅱ湾への影響が小さくなる傾向にある。また、最高水位の実測値と計算値を比較したのが図-3であるが、Ⅰ湾とⅡ湾の差はみられない。射流域における従来の計算式²⁾

$$\Delta h = h_{max} - h_0 = b v^2 / g R_c \quad (1)$$

(h_{max} ; 最高水位, h_0 ; 等流水深, b ; 流路幅, v ; 流速, g ; 重力加速度, R_c ; 流路中心の曲率半径) で示される。

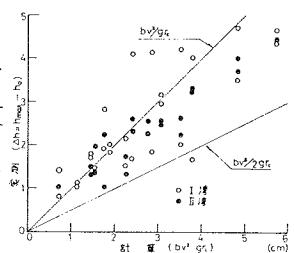


図-3 清水の最高水位

2.2 土砂を含む流れ 図-4はS字水路における土石流の水位と河床高を示したものである。最高水位はいずれもθ=30°付近で生じてあり、清水の場合と同様、最高水位が生ずる付近でⅡ湾に入る場合にはⅠ湾の影響がⅡ湾にまで及ぶ傾向にある。また、図-4.1の場合の右岸の水位が徐々に

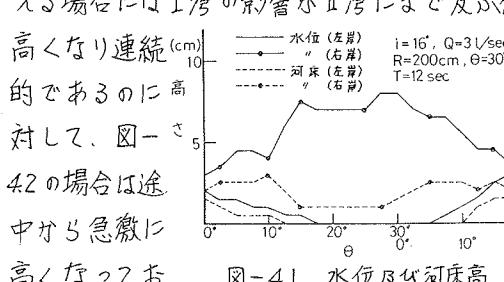


図-4.1 水位及び河床高

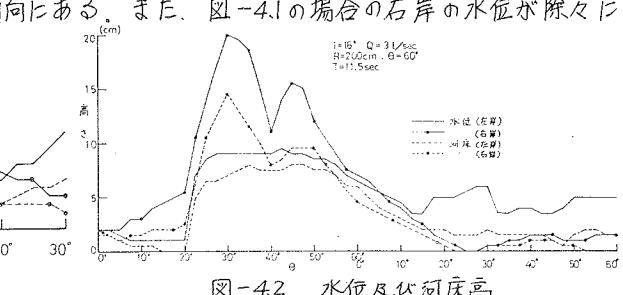


図-4.2 水位及び河床高

①非連續的である。前者の場合は遠心力の作用により水位差が生ずると考えられ、後者の場合には水路高内に堆積を生じ、堆積遡上によるジャンプのため水位上昇が生ずると考えられる場合である。図-5はI湾の外湾側の水位と河床高の時間的变化を調べたものである。湾曲内に土砂堆積を生じてジャンプが発生し、堆積とジャンプが遡上しており、水位痕跡

が非常に高い位置に残る事がわかる。図-6は堆積遡上の発生領域について調べたものである。堆積遡上の発生は i/b , θ 及び勾配に関係している事がわかる。なお、II湾での堆積遡上は生じていない。

図-7は、I湾とII湾それぞれにおける左右岸の最大水位差の実測値と計算値の比較を行なったものである。土石流の湾曲部における左右岸の最大水位差は、

$$\Delta H = \alpha b v^2 / g R \quad (2) \quad (\alpha; \text{係数})$$

で示される。¹⁾ 左右岸の最大水位差が遠心力の影響によって生ずる場合には、(2)式における係数 α は、勾配が 1° の場合には最大で ≈ 10 程度となる。また、堆積遡上によるジャンプが発生する場合には α の値は 10 以上となる場合もある。そこで堆積遡上によるジャンプ高をエネルギー線の高さとすれば、堆積面からエネルギー線までの高さ(ジャンプ高) H は

$$H = K v^2 / 2g \cdot \cos \theta + h_c - h_L \quad (3)$$

(K ; エネルギー補正係数、高橋³⁾によれば $K=1.7$ イラタント流体の場合 $K=1.7$, θ ; 勾配 h_c ; ジャンプによる損失水頭) で示される。

図-9は(3)式において $h_c=0$ とした時の計算値と実測値を比較したものである。勾配が 4°

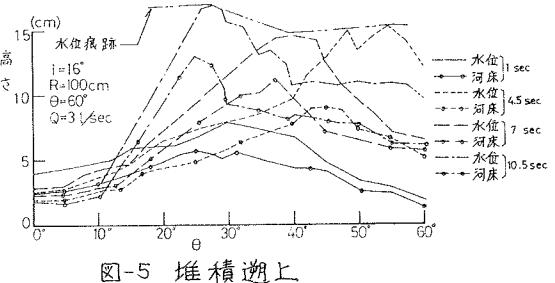


図-5 堆積遡上

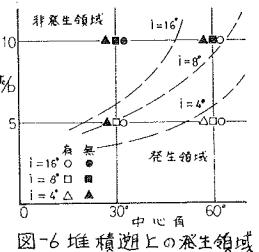


図-6 堆積遡上の発生領域

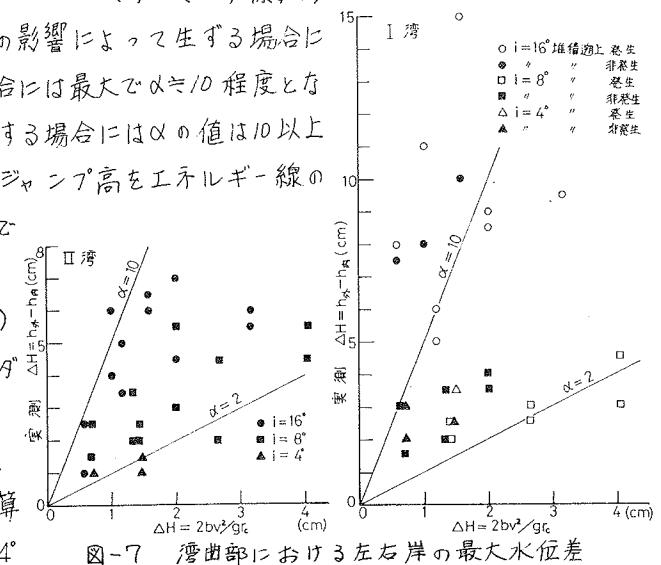


図-7 湾曲部における左右岸の最大水位差

8° の場合には $K \approx 1.0$ 、勾配 16° の時には $K \approx 1.7$ 程度となり、堆積遡上によるジャンプ高は(3)式によって示される事がわかる。

おりに。

土石流災害の原因の一つとなる湾曲部の水位上昇は従来から言われてい
る遠心力のバランス式のみでは説明できない事を示し条件によつては堆積
遡上によるジャンプを考慮する必要のある事を示した。清水の場合に比較
して堆積遡上が生ずる場合には、著しく水位が上昇する事が明らかであ
り、土石流が通過するおそれのある流路は、出来るだけ直線とする事が望
ましい事を再確認した。

<参考文献>

- 1) 水山、上原; 湾曲水路における土石流, 556年度防災学会研究会発表概要集.
- 2) Knapp, R.T.; Design of Channel Curves for Supercritical Flow, Trans. ASCE Vol 116, pp 296~301, 1951
- 3) 高橋、吉田; 土石流の停止・堆積に関する研究(1) 京都大学防災研究所年報 第22号B-2, 554.4

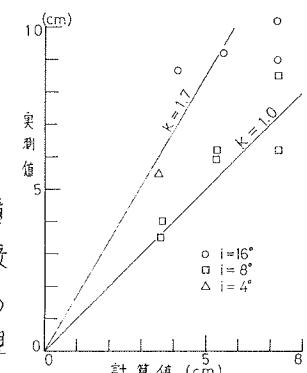


図-8 堆積遡上によるジャンプ高