

砂防ダム堆砂の侵食過程

京都大学防災研究所
京都大学防災研究所
運輸省
京都大学 大学院

正員 芦田 和男
正員 江頭 達治
正員 村岡 猛
学生員 ○里深 好文

1. はじめに 砂防ダムの流出土砂調節機構を明らかにするための基礎として、ダム直上流の平衡河床位に対する水通し幅の影響について検討している。さらに、流水の集中、すなわち水みちの形成に伴う侵食過程について、実験的に検討を行っている。

2. ダム直上部の平衡河床位 図-1を参照しながら、ダム直上流とダム越流部との間に、流量の連続式、エネルギー式、流砂量の連続式を適用すると、次式を得る。

$$vB R = v_d B_d R_d \text{ ----- (1)}$$

$$v^2/2g + R + Z_b = v_d^2/2g + R_d + Z_d + R_f + R_e \text{ ----- (2)}$$

$$B U_*^3 \left(1 - \frac{U_{*c}}{U_*}\right) \left(1 - \frac{U_{*c}}{U_*}\right) = B_d U_{*d}^3 \left(1 - \frac{U_{*c}}{U_{*d}}\right) \left(1 - \frac{U_{*c}}{U_{*d}}\right) \text{ ----- (3)}$$

ここに、 R_f は摩擦損失水頭、 R_e は急縮による損失水頭である。 $\alpha = U_* / U_{*d}$ 、 $\beta = U_{*c} / U_*$ 、 $\gamma = B_d / B$ とすれば(3)式は
 $\alpha^3 = \gamma (1 - \beta^2 \alpha^2) (1 - \beta \alpha) / \{ (1 - \beta^2) (1 - \beta) \} \text{ ----- (4)}$
となる。ここで $v / U_* = v_d / U_{*d}$ と近似するならば、(2)式は次式のように変形される。

$$\frac{Z_b - Z_d}{R} = \frac{Fr^2}{2} \left(\frac{1}{\alpha^2} - 1 \right) + \frac{\alpha}{\gamma} - 1 + \frac{R_f + R_e}{R} \text{ ----- (5)}$$

図-2は、 $R_f = R_e = 0$ 、 $\beta = 0.5$ として(5)式より計算された河床高の上昇量と B_d / B の関係を示している。これにより、平衡河床位に及ぼす B_d / B の影響が確認される。

式(5)の妥当性を検討するために、長さ12m、幅50cmの直線水路を用いて、実験を行った。水路下流端には、水通し幅 B_d 、高さ Z_d のダムを設け、上流端より一定の流量と給砂を与えて、平衡状態における $(Z_b - Z_d)$ を測定した(図-1参照)。実験条件は表-1に示している。粒径0.0496cmの一様砂を使用した。芦田らの領域区分によればCase1,3はUpper Regimeの領域、Case2,4はTransitionの領域にある。 $(Z_b - Z_d)$ の(5)式による計算値と、実測値を比較したのが図-3である。両者はよく一致している。さらに詳細に見ると、 B_d / B が小さく、かつ流量

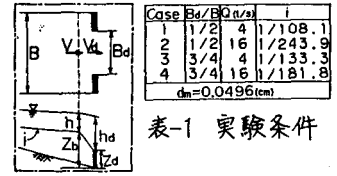


表-1 実験条件

図-1 定義図

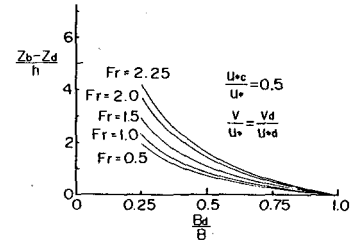


図-2 河床高上昇量理論値

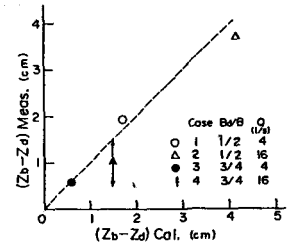


図-3 $(Z_b - Z_d)$ の計算値と実測値

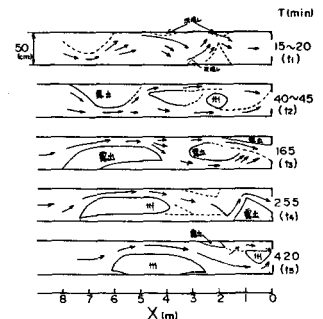


図-4 流心と州の変化過程

Kazuo ASHIDA, Shinji EGASHIRA, Takeshi MURAOKA, Yoshifumi SATOFUKA

が大きい程、ダム直上部の河床はより上昇することが確認される。

3. 水みち侵食 砂防ダムの土砂調節容量を把握するために、水みちの形成に伴う堆砂の侵食過程を、実験的に検討する。

(実験条件; $B = 50\text{cm}$, $B_d = 25\text{cm}$, $i = 1/30$)
 $d_m = 0.282\text{cm}$, $Q = 3\text{ l/s (定常)}$

図-4 は流心および州の変化過程を示したもので、図-5 では河床横断面形、図-6 では最深部河床位の時間的变化、図-7 では川幅の縦断分布の時間的变化、図-8 では流出土砂量の時間的变化を示している。藤田³⁾の領域区分によると、初期の状態では、Braided の領域にある。流水が全幅を流れている時 ($t = 0 \sim 60\text{min}$) には、掃流力が小さく、流出土砂量も少ない。時間の経過に伴ない砂州が形成され、流れの集中が起こり、さらに、水みちが形成される段階になると、掃流力が局所的に大きくなり、砂州の進行と関連して、流出土砂量は増減する。($t = 60 \sim 350\text{min}$)

図-4 から解かるように、流路はさかんに変動し、堆砂の侵食は進んでゆく。川幅、河床位とも縦断的に波状を呈するが、その波長は時間経過と共に長くなっている。これは堆砂勾配が小さくなると、砂州の波長が長くなる事に起因していると思われる。水みちが十分に発達し、侵食が進むと、流出土砂は 0 に漸近してゆく。最終的には流砂の全く無い、安定な勾配になるであろう。

4. おわりに 以上の考察により、流水が全幅を流れる場合の平衡河床位は、ほぼ明らかにされた。しかし水みち侵食が起こるような場合については、今後その形成条件をも含めた侵食の過程をいかに評価してゆくかが重要な問題である。

〈参考文献〉 1) 芦田, 江頭, 村岡, 里深: 1987, 関西支部
 2) 芦田ら: 土木学会論文報告集, 第 206 号 PP. 59-69, 1972
 3) 藤田裕一郎: 京都大学 学位論文, 1980

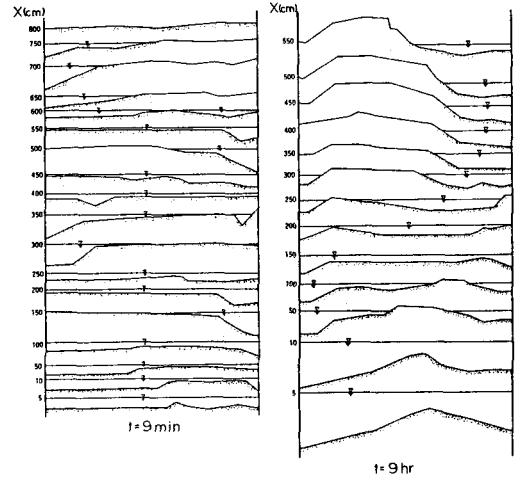


図-5 河床横断面形

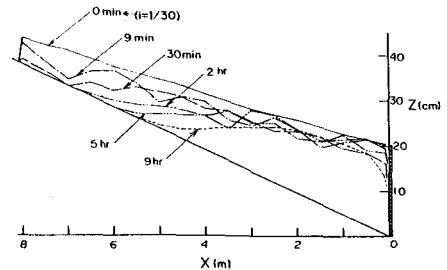


図-6 最深部河床位の時間的变化

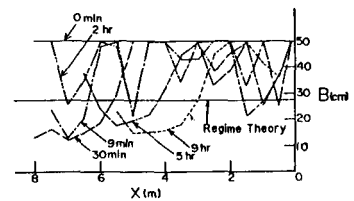


図-7 川幅の縦断分布の時間的变化

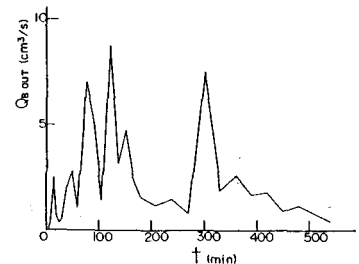


図-8 流出土砂量の時間的变化