

II-76 砂防ダムの堆砂形状に関する研究

徳島大学 工学部 杉尾 捨三郎

全 上 ○ 佐々木 英治

1. 概説： 砂防ダム背後の堆砂形状の推定に関する研究の歴史はきわめて古く、実験的研究、平衡河床理論を用いた研究も多いが、実用的、実証的なものとしては建設省土研砂防研究室が発表した村野公式^(1,2)が最も信頼度が高いと考えられている。本研究は、村野法の理論的根拠について検討し、さらにこれを若干修正する方法を提案したものである。

2. 村野公式の原理： 村野氏は、ダム背後の堆砂形状を(1)式のような二次曲線で表現するのが最も合理的であるとみなした。

$$y = ax + bx^2 \quad \text{-----}(1)$$

こゝに y は、ダム水通し天端を基面として上方に測っている。

さて(1)式より $\frac{dy}{dx} = i = a + 2bx \quad \text{-----}(2)$

であるから、常数 a は $x=0$ 点の堆砂こう配 i にひとしい。

村野氏は43個所の実測資料から、 a と b を流域面積 F (km^2)

(km^2) から推定する実験式を発表した⁽¹⁾。さらにある特定のダムについて年々堆砂形状の変化を調べると、 a と b とは一般に(3)式で結ばれていることが経験的に明らかとなった。

$$b = m - na \quad \text{-----}(3)$$

さて(1)式と(3)式とが同時に成立することを認めるならば、(1)式の二次曲線は原点 O と、他の固定点 E を必ず通過すべきで、 E 点の坐標 X, Y は

$$X = \frac{a_0}{b_0}, \quad Y = \frac{a_0^2}{b_0} \quad \text{-----}(4)$$

で表わされる。こゝに a_0 と b_0 は、図-2において(3)式が両軸を

切る長さである。結局堆砂面形状は図-3において固定点 O と E 点を通り、①→②→③のように変化し、究極的には $y = a_0 x$ の形になるものと考え、次式を提案した⁽²⁾。 a_0 の推定には、図-4に示すように13個の資料が用いられている。

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= 2.484 \times 10^{-2} \left(\frac{d_m}{F} \right)^{0.4159} \\ b_0 &= 2.16 \times 10^{-5} \left(\frac{d_m}{F} \right)^{0.9366} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

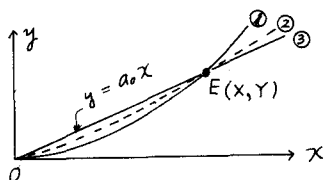


図-3.

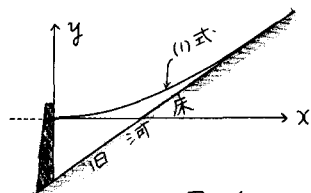


図-1

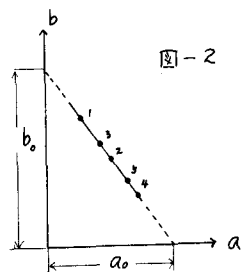
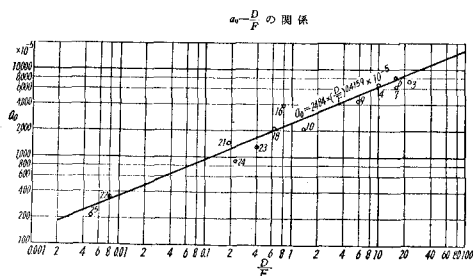


図-2

図-4. a_0 と d/F との関係(村野公式)



3. 新公式の提案 : 村野公式は、 a_0 , b_0 を支配する最も重要な要素を d_m/F であるとみなしたもので、実用的な見地からみてきわめてすぐれた方法であると思われる。しかしなぜ a_0 が d_m/F の関数であるのか説明されていないので、以下若干の考察を行なった。問題をうとめて単純化するため、水路巾 B 、水路こう配 S の長方形断面水路に流量 Q が流れ、等流状態にあるものとする。また流れの掃流力 τ_c が河床砂礫の限界掃流力 $\tau_{c*} = \rho \nu_{*c}^2$ に丁度ひとしくなったとすれば、 $\nu_{*c} d / \nu > 400$ のとき、つぎの Shields の式が成立する。こゝに d = 粒径、 σ/ρ = 砂れき比重、 R は径深である。

$$\nu_{*c}^2 = g R S = 0.06 \{(\sigma/\rho) - 1\} g d \quad \dots\dots(6)$$

Manning 式より $Q = B R \cdot \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \dots\dots(7)$

粗度係数 n については Strickler 式、 $n = 0.016 d^{1/6} \quad \dots\dots(8)$

が成立するとみなし、 $R \doteq h$ とおき、(6)(7)(8) 式より n と R を消去すれば m -単位の下で

$$S^{7/6} = \{0.06(\sigma/\rho - 1)\}^{5/3} \cdot B d^{3/2} / 0.05059 Q \quad \dots\dots(9)$$

さて流量 Q は、流域平均雨量を $\bar{F}(mm)$ 、流出係数を f とすれば $Q = k f \bar{F} F$ となるから

(9) 式は結局(10)式の形に集約できる。 $S^{7/6} = m \cdot \frac{B \cdot d^{1.5}}{f \cdot \bar{F} \cdot F} \quad \dots\dots(10)$

そこで村野の方法は、右辺の d/F を最も重要な項とみなしたことになる。さて d/F の代りに、無次元量 $B_m \cdot d/F$ と a_0 との関係調べたのが表-1 と図-5 である。資料 No. 16 は棄却限界以上にあるので除外すると、 a_0 に対する実験式として(11)式が得られた。こゝに $B(m)$, $d(mm)$, $F(km^2)$ で測られる。

$$a_0 = 3.38 \times 10^{-3} \left(\frac{B_m \cdot d}{F} \right)^{0.463} \quad \dots\dots(11)$$

標準偏差は村野式(5) が 0.00731、新公式(11) では 0.00521 となり、この資料のみに関する限り、新公式の方が精度がよい結果を得た。⁽³⁾

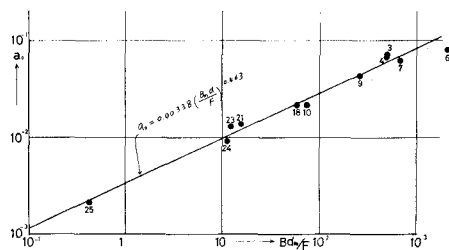
表-1. $\frac{B_m \cdot d}{F}$ の値

(村野式と表(1)、(2)より引用)

No.	流域名	選提名	流域面積 $F(km^2)$	平均粒径 $d_m(mm)$	河幅 $B(m)$	$\frac{B_m \cdot d}{F}$
3	魁北川	小糸平上流	7.12	4.5	104.1	32
4	・	下流	6.60	5.4	56	42
6	・	日加	8.09	5.2	93.4	55.5
7	・	茅13	6.19	6.1	97.7	51
9	・	仁田瓦	4.33	6.3	36.4	45
10	・	香田	2.14	16.8	15.5	50
16	・	小坂島	3.93	38.2	31.3	18
18	・	金山	2.14	50.0	32.1	78
21	・	大河内	1.47	94.7	17.7	62
23	・	廣島	1.29	283.3	11.0	28
24	・	田茂沢	0.91	216.0	73.5	59
25	・	大龍川	0.212	2980	14.8	140

註 * B/F は棄却限界以上であるの資料
なお 図-5 の NO. 22 資料は、この表中明記のあるもの除外

図-5. a_0 と $B_m \cdot d/F$ との関係



参考文献

- (1) 村野義郎：砂防ダム堆砂について；第14回直轄工事技術報告，B-1.2，p. 535.
- (2) 村野義郎：砂防ダム堆砂面の経年開削について；新砂防47，Vol. 15，No. 3，昭37.12，pp. 21-28.
- (3) 杉尾信三郎：砂防ダム堆砂に関する研究；徳島県受託研究成果報告書，昭46.3，pp. 35-40.