

(10) 斐伊川流出土砂の解析とその対策

建設省中国地方建設局 正員 横田 周平

本文は中国四国地方建設局及び斐伊川工事事務所、島根砂防工事事務所の共同研究で企画部で取纏めたものを私が代表して発表するものである。

I 流出土砂量解析の必要性

斐伊川は流出土砂が年々下流河道に堆積し、最近年間約十数万 m^3 掘削しているが河床は尚も上昇、計画洪水量3600 m^3 に対し約7割の疎通能力しかない現状である。これを解決するには流出土砂を解析し、河道維持に適した河道設計が必要である。

II 流出土砂量の実態

1. 斐伊川下流部の堆積土砂量

斐伊川の流出土砂は非常に小さい砂から成り、小出水によって浮遊土砂となって流下し、又平水時(30~40 $\frac{m^3}{\%}$)河床砂は砂連を形成して相当移動している。これを明らかにする為水路実験を行い H.A. Einstein の流砂量計算方法を検討、格公式を経て実用公式斐伊川公式を誘導、計算を極めて簡便化し流砂量についての理論を確立した。一方流出土砂の変動総量を知る為、26年から改修区域内100m間隔、及び改修区域より上流12km間は500m間隔で、29年8月より半年毎に横断測量を行った。尚突道湖堆砂量は深淺測量の結果から下の如くである。

表-1 直轄改修区域内堆砂量

年次	堆砂量
26~28	115,860 $\frac{m^3}{year}$

表-2 突道湖堆砂量

年次	総堆砂量
26~28	700,000 $\frac{m^3}{year}$
29~30	500,000 "

2. 斐伊川上流部堆積土砂量

上流にある20余の砂防ダムについては、28年に島根県砂防課で測定した資料があり、これによって次の解析をした。

III 流出土砂量の解析

1. 斐伊川河道設計の為の流砂量実験公式

斐伊川公式： 水深 h (cm)とすると

$$h < 75 \quad q_B = \frac{1}{103} h^{1.5} I^{1.3} D^{-0.5}$$

$$h > 75 \quad q_B = \frac{1}{1230} h^{2.0} I^{1.5} D^{-0.8}$$

但し $\left\{ \begin{array}{l} q_B ; \text{単位中の横断面を通過する掃流砂量} \\ I ; \text{水面勾配} \\ D ; \text{粒子の直径} \end{array} \right.$



図-1 斐伊川水系一般図

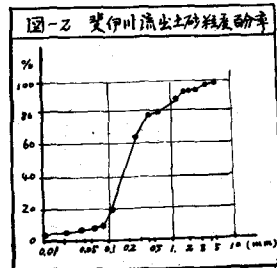


図-2 斐伊川流出土砂粒度分布

表-3 実測及計算流砂量比較表(流量526~30年平均流量及β.30年流量)

断面区間	実測結果	Einstein	土研公式	橋本公式	豊田川公式	備考
改修区間						
2~5	115,000	(3790) 47,900	56,800	139,000	107,000	()内は平均流量の
5~8	130,000	(3800) 28,700	69,400	166,000	117,700	下流砂量の
8~12	147,500	(3500) 39,600	67,100	178,900	131,500	み

断面区間	実測結果	Einstein	土研公式	橋本公式	豊田川公式	備考
改修区間						
12~15	167,500	38,800	75,900	202,000	151,500	改修区間上流5~10M
1~5	162,500		100,000	(11,800) 240,000	(8,000) 178,000	同じ砂量で計算したもので、計算値の1/2に引き下げた
5~10	102,500		25,500	(7,100) 77,500	(2,500) 54,100	上記の1/2に引き下げた

2. 上流ダム堆砂量の解析

ダム堆砂量は、鶴見博士(文献1参照)と柿徳市氏(文献2参照)の方法を発展解析した結果次図-3及び4を得た。

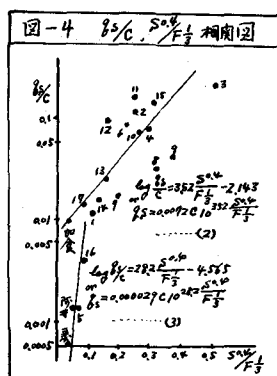
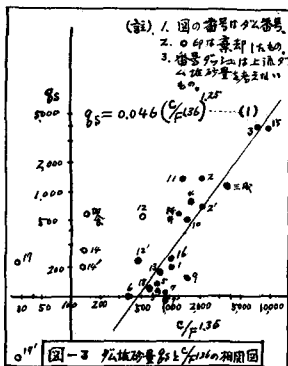
3. 上流と下流の流出土砂量の関係

上流ダム貯止量Xと1年後の改修区域堆積土砂量Yとの関係は過去の実測記録から次の相関式が解析された。

$$Y = 150,000 - \frac{5}{16} X \quad (4)$$

表-1から現在改修区域の堆砂量は約116,000 m³/yearであり、河口の堆積土砂量60,000 m³/yearであるから次式が得られる。

$$Y = (150,000 - \frac{5}{16} X) (1 + \frac{60,000}{116,000}) \quad (5)$$



IV. 対策

1. 河道設計

豊田川河道設計に当たっては次の事項を考慮して行う。

- 計画洪水流量3,600 m³/sを疎通する断面。
- 現計画では3,600 m³/s時のManningの粗度係数0.025を0.035とする。
- 河床の安定を計る為、各断面の年間総流量を等しくなるよう改修区域全延長を積断面とする。
- 低水路断面は12m幅巾120M。これより上流は次々に拡げ15地点で現河中210Mとする。
- 総流砂量の計算は豊田川公式で行う。
- 河道の高水位はなるべく上らぬようにし、又掘削土量はバランスするようにする。

この様にして種々の流砂量に對し河道設計した結果、計画許容流砂量を175,000 m³/yearとした場合が最も経済的であることが一応明らかになった。従って、上流のダム貯止量Xは(4)式より約11万 m³/yearとなる。次に上記の如く河道設計した諸元を表示すると表-4、表-5である。

表-4 新計画河床勾配及各断面流砂量

区間(km)	河床勾配	年間流砂量 (m³)	流量25~30年間の平均	流量45~50年	流量60~70年	流量70~80年	流量80~90年
2~5	1:880	170,242					
5~8	1:860	172,851	0.0041	0.0076	0.017	0.051	
8~12	1:840	173,603					
12~13	1:830	174,625					
13~14	1:820	173,918	0.0039	0.0073	0.015	0.052	
14~15	1:800	173,715					

表-5 新計画及現計画洪水勾配、洪水水位、洪水流量

断面(km)	新計画 3,600 m³/s	新計画 3,000 m³/s	現計画 3,600 m³/s
	洪水勾配	洪水勾配	洪水勾配
1	1:680 3,528 3,600.23	1:770 3,349 3,117.87	1:680 3,167 3,175
2	1:800 4,792 4,068.81	1:920 4,428 3,274.27	1:800 4,431 3,069
3	1:930 5,884 3,767.83	1:950 5,518 3,162.27	1:920 5,535 2,741
4	" 6,952 3,637.69	" 6,563 3,020.52	" 6,415 3,006
5	1:950 8,034 3,733.41	" 7,646 3,164.10	1:1000 7,663 2,930
6	" 9,066 3,801.25	1:950 8,677 3,186.18	" 8,423 2,782
7	" 10,268 3,711.75	1:860 10,005 3,612.10	" 9,745 2,857
8	1:850 11,342 3,600.00	" 11,086 3,035.01	" 10,543 2,616
9	" 12,675 3,793.86	1:900 12,137 3,131.39	1:890 11,753 2,590
10	" 13,855 3,874.52	" 13,466 3,106.46	" 13,074 2,520
11	" 15,189 4,115.22	" 14,673 3,063.95	" 14,322 2,966
12	" 16,357 4,369.33	" 15,804 3,184.10	" 15,466 4,002
13	1:850 17,501 3,753.55	1:800 17,019 3,055.69	1:890 16,558 3,529
14	1:800 18,780 3,630.70	1:740 18,312 3,062.31	1:790 17,802 2,990
15	1:720 20,201 3,646.37	1:720 19,886 3,052.67	1:700 19,421 2,972

2. 上流のダム計画

前記の上流ダム必要貯止量は約11万 $\frac{m^3}{year}$ であるからダムサイトとして良好な小原地質を選定すると(1),(2)式より

$$C = 8,000,000 \text{ } m^3$$

文献 1; 土木学会誌第39巻第3号「貯水池の堆砂量の一算法」

2; 才十圓直轄技術研究発表会「防災方式が永久方式か」柿徳市

尚本稿に参考とし中国四国地方建設局及び両事務所で印刷した資料を上げると次の如し。

番 号	資 料 名	年 月
No. 6 II-2	斐伊川改修区域河内河道調査報告書	S. 30. 7
No. 8 IV-1	掃流々砂に関する研究	
No. 9 II-3	ダム予定地質地質調査(概要)報告	S. 31. 2
No. 10 I-4	斐伊川水系改修基本計画案樹立方針	S. 31. 2
No. 12 IV-2	貯水ダム埋没状況について	S. 31. 3
No. 13 IV-2	斐伊川突進湖中海綜合開発の構想	S. 31. 3
No. 19 IV-3	流送砂泥の問題	S. 31. 3
No. 20 III-3	既設北堤流砂量調査	S. 31. 3
No. 21 III-4	河道堆積土砂量調査	S. 31. 5
No. 22 III-5	斐伊川河床材料調査	S. 31. 6
No. 23 III-6	斐伊川における掃流砂についての実測結果及び流砂量計算方法について。 S. 31. 6	
No. 24 IV-4	H.A Einstein 河川流砂論	S. 31. 6
No. 25 III-7	河道堆積土量の整理(直轄改修区間)	S. 31. 6
No. 26 III-8	河道堆積土砂量の整理(出西〜里熊橋)	S. 31. 6
No. 27 V-3	年間総浮遊流砂量及総掃流砂量の推定	S. 31. 6
No. 29 IV-5	斐伊川の河道設計	S. 31. 10
No. 31 V-5	斐伊川の粗度係数について	S. 31. 10
No. 32 V-6	斐伊川流砂量公式について	S. 31. 10
No. 36 V-7	斐伊川流出土砂の解析	S. 32. 3
No. 38 VI-9	小原ダム計画(予=次案)	S. 32. 3