

国土防災技術㈱名古屋支店 御子柴 三男

はじめに

砂防事業を実施している溪流は、一般に河床変動の激しい荒廃溪流である。

このような変動の激しい溪流に砂防ダムを計画する場合、砂防ダム下流が洗掘を受け、堤体の安定性、底抜け等の問題を生ずる。特に河床変動の激しい溪流は、基礎岩盤が深く、砂礫層を基礎とすることが多い。

この報告は常願寺川流域を例として河床変動の激しい荒廃溪流の砂礫層を基礎として施工されている砂防ダム下流の洗掘、河床変動についての考察である。

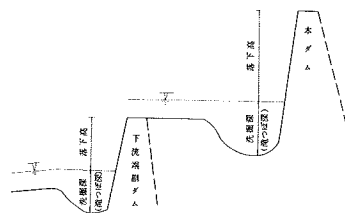
尚、当報文をとりまとめるにあたり、資料提供や御助言をいただいた建設省北陸地方建設局立山砂防工事事務所の担当諸官に深謝の意を表する。

1 研究方法

対象流域は、建設省北陸地方建設局立山砂防工事事務所管内の常願寺川流域である。

研究方法は、常願寺川本川中流部及び支流に施工されている砂防ダムについて、立山砂防工事事務所で昭和25年ないしは29年より年1回継続測量されている河床変動資料と、既設砂防ダム下流の洗掘調査（昭和55年10月）の結果より、砂防ダム下流の河床変動と洗掘深（滝ツボ深）を検討したものである。

洗掘深については右図に示すように、本ダムの洗掘深（滝ツボ深）と副ダム（複数の場合は、最下流端）の洗掘深について落下高との関係を検討した。



また、砂防ダムの下流の河床変動については、下流端副ダム下流での横断測量による最底河床の資料用い、河床低下状況、低下量および河床低下後の安定性等について検討した。尚対象区間は、変動資料の整理されている横江砂防ダムから白岩砂防ダム間の常願寺本川筋である。

2 砂防ダム直下流の洗掘深（滝ツボ深）

(1) 本ダム直下流の洗掘深（滝ツボ深）

副ダムを有す本ダム直下流の洗掘深（滝ツボ深）と落下高（ダム水通し天端から下部水面までの高さ）との相関図は図-1のようにはほぼ直線的な関係を示す。

$$\text{相関式は} \quad h = 0.0855H_0 + 0.58 \div 0.09H_0 + 0.6 \quad (n=14)$$

$$\text{相関係数 } r_0 = 0.872 > r(12; 0.01) = 0.661 \quad (h: \text{滝ツボ深} \quad H_0: \text{落下高})$$

として表わされ、相関係数も0.87と高い、式中0.58(÷0.6)を副ダムの越流水深と考えれば、副ダムを有する本ダム下流の洗掘深は、落下高の10%前後となる。

② 下流端副ダム直下流の洗掘深（滝ツボ深）

下流端副ダム直下流の洗掘深と落下高との相関図は図－２のようにほぼ直線的な相関性が認められる。

相関式は
$$h = 0.196H_0 + 0.62 \div 0.2H_0 + 0.6 \quad (n = 8)$$

$$r_0 = 0.78 > r(6; 0.05) = 0.71$$

となり、ややバラツキがみられるが、かなり高い相関性を有している。

式中 $0.62 (\div 0.6)$ を副ダム下流の水深と考えれば、下流端副ダム直下流の洗掘深は、落下高の約 20% 前後となる。

前述の副ダムを有する本ダムの場合と比較して、洗掘深は、約 2 倍の比率で深くなる事がわかる。

3 下流端副ダム下流の河床低下

測量開始年度（昭和 25，29 年）を基準とした昭和 54 年度測量の最低河床を表示したものが図－３である。

図－３で示されるように対象区間には本宮、瀬戸蔵、白岩等の 11 基の砂防ダムが施工されている。

図－３によると砂防ダム下流の河床低下状況は次のようになっている。

- ① 砂防ダム下流の河床低下は、かなり明瞭にでている。特に、瀬戸蔵、天鳥、鬼ヶ城、水谷第二、白岩の各砂防ダム下流で顕著である。
- ② その他の本宮、サブ谷、水谷第一も河床低下量は少ないが、河床低下している。
- ③ 瀬戸蔵、天鳥等の河床低下が顕著にみられる砂防ダム下流の低下量は 7～13 m 前後にもなっている。

天鳥砂防ダムについては、施工前から河床低下を起しており、施工後の低下量は、約 8.0 m となっている。

4 河床低下の考察

常願寺川流域の主要砂防ダム下流端副ダム下流（測線の都合で副ダムより 100～200 m）の河床低下の経年変化図は、図－４に示す。

図－４によると砂防ダム下流の河床低下は次のような傾向を示す。

- ① ダム下流の河床低下は、ダム築造後、概ね 1～10 年前後から顕著になっている。
- ② 河床低下は、顕著な低下傾向を示してから、ある一定時間経過すると、ほぼ一定の標高に近づき、安定した様相を示している。

ほぼ一定の河床高に達する年数は、土砂流出、出水状況、地形、礫径等の影響を受けるものと考えられるが、概ね 8～15 年程度である。

- ③ 河床低下傾向は、低下曲線が 1 つのものと、2 つのものに分けられる。前者は、概ね下流部の本宮、瀬戸蔵等にみられ、後者は、サブ谷、水谷第三等に顕著であり、昭和 44 年の土砂流出に影響を受けたものである。

このような現象をふまえ、河床低下が安定する場合の河床勾配、低下量は次のようになる。

④ ダム位置別（距離）による低下後の安定していると考えられる勾配の相関図は、図－５に示す。

河床勾配は、下流から上流に向い急勾配となっている。すなわち、本宮からサブ谷付近までは徐々に増加しているが、サブ谷上流では、急に増加している。

⑤ 河床低下前と後の河床勾配

i) 下流の砂防ダム天端を基準とした場合の相関図は、図－６に示す。これによると、低下前の河床勾配（下流ダム堆砂勾配）が0.05(1/20)以下の場合には、概ね10%程度の低下となるが、0.05を超えると、約1/3程度の緩勾配となる。

ii) 下流測点（100～200m）を基準とした場合は図－７にみられるように、低下前の約2/3程度の勾配で安定する様相を示している。

⑥ ダム築造後の低下量(H_0)を下流の砂防ダム天端を基準とした河床勾配(I_0)とダム間距離(L)の関数として $I_0 \times L$ 、 $I_0^2 \times L$ について検討すると、 $H_0 \sim I_0^2 \times L$ の相関が高く、図－８のようになる。この関係を用い、許容河床低下量を2.0、3.0 mとした場合のダム間距離は次のようになる。

($H_0 = 2.0$ 、 $I_0^2 L = 0.56$; $H_0 = 3.0$ 、 $I_0^2 L = 0.94$)

	$H_0 = 2.0$	$H_0 = 3.0$		$H_0 = 2.0$	$H_0 = 3.0$
$I_0 = \frac{1}{50}$	$L = 1400m$ (2350m)		$I_0 = \frac{1}{20}$	$L = 220m$ (380m)	
$I_0 = \frac{1}{40}$	$L = 900m$ (1500m)		$I_0 = \frac{1}{10}$	$L = 60m$ (90m)	
$I_0 = \frac{1}{30}$	$L = 500m$ (850m)				

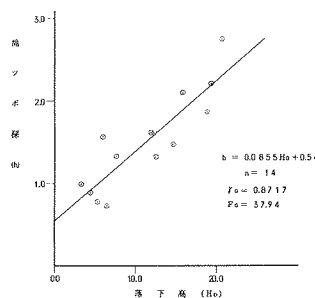
5 まとめ

砂防ダム下流の局所洗掘や河床変動は、流量、流出土砂量、流出礫径、土砂濃度、地形要因等の多くの要因に作用されて起る複雑な現象である。

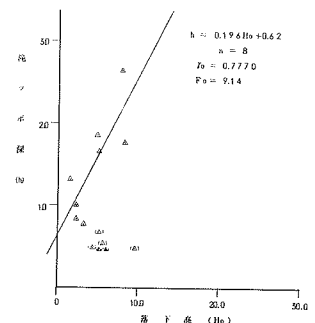
当研究の基礎調査は、河床変動測量と砂防ダム下流の洗掘調査といういわゆる痕跡調査により、以上のような洗掘、河床低下状況の結果を得た。

実際の洪水時には、河床は複雑な変動を起している事が予想されるが、洪水時に河床の変動状況を測定する事は不可能であるため、現場データーにより河床変動や洗掘状況を検討する場合は痕跡調査によらざるを得ない。

このような、現場データーではあるが、一応砂防ダム下流の洗掘、河床低下状況の概ねの傾向は把握できたが、今後、流量、川巾、粒径、土砂移動状況等の要因を加えて検討し、砂防ダム（副ダム）の設計資料としていきたいと思う。



図－１ 落ツボ深－落下高相関図（本ダム）



図－２ 落ツボ深－落下高相関図（下流副ダム）

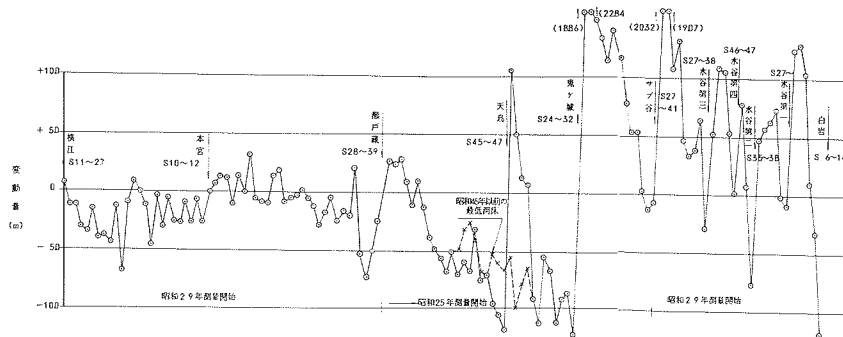


図-3 測量開始年度を基準とした昭和54年の河床変動図

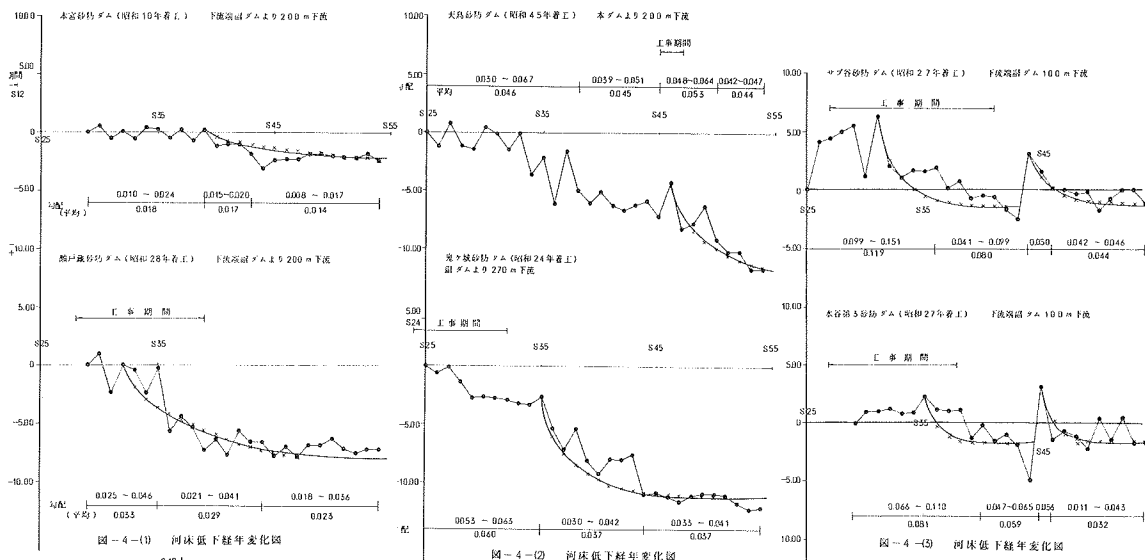


図-4-(1) 河床低下経年変化図

図-4-(2) 河床低下経年変化図

図-4-(3) 河床低下経年変化図

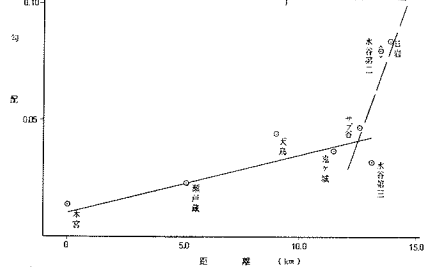


図-5 一定標高を形成した勾配と砂防ダム位置相関図 (勾配は下流ダム天端を基準)

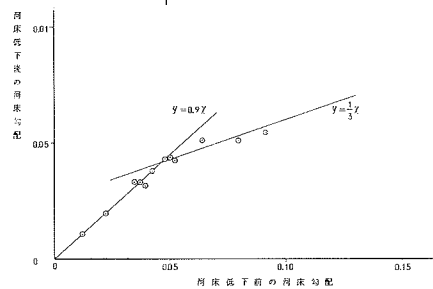


図-6 河床低下前と後の河床勾配相関図 (下流砂防ダムを基準として)

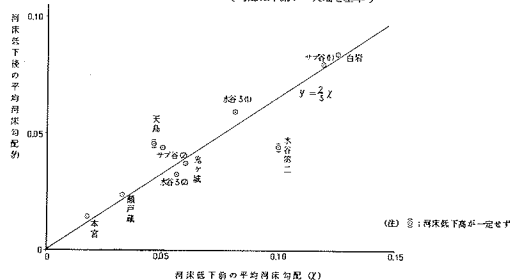


図-7 河床低下前と後の平均河床勾配相関図 (下流堤防を基準にして)

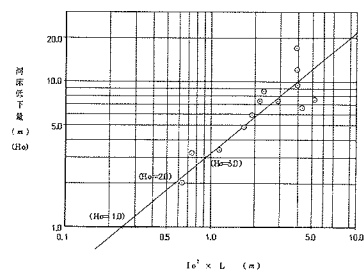


図-8 河床低下前と後の平均河床勾配相関図 (下流堤防を基準にして)