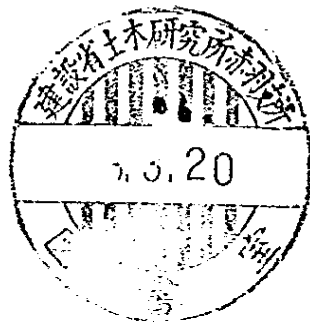


急勾配河川における水理特性

—特に河幅と粗度について—



昭和53年3月

建設省土木研究所

はじめに

急勾配河川において河道計画を考える場合に、最も基本的な問題であると河幅と粗度の考え方に関して、これまでの研究例が数少なく、いまだ確立されたものはない。

緩流河川についてみると、河幅に関しては、Regime理論からの方向づけがなされているし、粗度については、これまでに数多くの手法で調査・研究がなされていて、ある程度方向づけがなされている。

そこで、河床勾配が $1/20 \sim 1/100$ 程度の急勾配河川を対象として河幅および粗度について検討し、河幅の考え方について一つの提案をおこなうとともに、粗度についても実験結果を次元解析にもとづいて整理した。そして現在最も多く現地で用いられている水理公式集のMannigの n 値や、その他の研究結果に対して検討した結果をここに発表するものである。砂防計画や、流路工計画において、本文の結果が少しでも役立てば幸いである。

研究に際して御示唆いただいた土木研究所 泉岩男砂防研究室長に感謝いたします。また文献に関してお世話になった建設省富士砂防工事々務所 水山高久博士、および貴重な現地観測資料を提供していただいた建設省砂防工事々務所の関係各位に深く感謝の意を表します。

土木研究所 砂防研究室

主任研究員 池 谷 浩
伊 巻 幹 雄

はじめに

第一章 計画河幅の考え方

1-1 研究目的とその必要性	1
1-2 従来の研究とその問題点	2
1-3 実験からみた河幅と流量の関係	7
1-3-1 一定流量に対する実験結果及び考察	7
1-3-2 Peakをもった流量に対する実験結果及び考察	11
1-4 現地河川における流量と河幅との関係	16
1-4-1 常願寺川 ⁽¹¹⁾ 及び手取川 ⁽¹²⁾ における調査結果	16
1-4-2 災害現地における調査結果	20
1-5 既設流路工における流量と河幅との関係	22
1-6 砂防河川における計画河幅の提案	28
1-7 計画河幅の現地河川への適用例	30
1-8 今後の問題点	32

参 考 文 献

第二章 粗度係数の考え方

2-1 研究の目的と必要性	35
2-2 従来の研究と本研究の基本的な考え方	35
2-3 水路実験による急勾配流れの抵抗について	39
2-4 現地急勾配河川における水位、流量観測からの流れの抵抗について ...	44
2-5 急勾配河川（河床勾配1/30～1/100程度）における粗度係数の提案 と現地河川への適用例	45
2-6 今後の問題点	49

参 考 文 献

付表-1 河幅に関する文献のデータ	53
付表-2 現地における水位・流量観測結果および観測所の位置図	61
付表-3 土木研究所 水理実験結果	89

§ 1 計画河幅の考え方

1-1 研究目的とその必要性

わが国は、地形的要因から急勾配河川が多く、これらの河川は多くの土砂礫を下流に流送して、土砂災害をひきおこしている。そこで急勾配河川に対しては防災上の見地から土砂害防止対策工事が計画・施工されている。

防災対策における河道計画において、計画河幅は計画河床勾配、法線形とともに重要な意味をもつ。たとえば、河道を狭く設定すると洪水時に護岸根固部の洗掘による護岸の破壊や溢水が生じやすいし、広く設定すると流水は流路全面に存在せず、流路内で乱流が生じて防災工作物の破壊等が生ずることになる。この他、河幅が洪水流によって拡大されれば、拡幅された部分は土砂の生産源となるわけであるから、砂防計画上でも河幅の設定は重要な意味をもつことになる。

(1) 従来の研究によれば、河幅は流量によって支配されているとなっている。すなわち、存在する自然河道の河幅は、河道を通過する流量によって規定されるという考えである。このいわゆる Regime theory に対して「あくまでも経験則であって一般化した流体力学からの式ではない。」という Einstein (2) の指摘もあるが、筆者は Regime theory の考え方に同意して検討をすすめた。

(3) Regime theory では、河幅は流量の $1/3$ 乗に比例するとしているが、Lacey, Inglis, Blench らの (4) Regime theory からの考えを導入すると

$$\begin{aligned} \text{水深 } H \text{ は } H &= k_1 Q^{1/3} \\ V &= k_2 Q^{1/6} \end{aligned}$$

とされていて、 $Q = H \cdot B \cdot V$ とすれば

$$B = k Q^{1/2}$$

という Regime theory は当然考えられよう。

(5) この Regime theory による急勾配河川への適用は 芦田・高橋・水山 によって検討され、充分適用されると発表された。しかし、芦田らの示した式には係数に 2 倍という幅があること、流量がどのような流量であるか不明であること、河床勾配、河床河岸の強さや流量の継続時間等にまったく無関係として取扱っていて、筆者の考えている我が国における急勾配河川の特徴たとえば、河床係数が著しく大きいこと、ピーク流量の継続時間が短いことなどに類をみない特性の検討がされていない点で問題があると思われたので、実際河川への適用を目標に、芦田らの式の再検討をおこなうとともに、実験によって筆者の考え方を示し、現地調査の結果をふまえて、急勾配河川における計画河幅の設定方法に関する提案をおこなうものである。

1-2 従来の研究とその問題点

砂防計画が樹立されるような急勾配河川における河幅に関する研究は、芦田・高橋・水山⁽⁵⁾による報告があるくらいで、比較的研究はすすんでいないのが現状である。そこで、この節では芦田らの研究結果およびその問題点について述べることにする。

芦田らは、Regime theory に対して集められた資料に、実験資料やその他、できるだけ幅広い勾配、流量、材料についての資料を追加して、従来緩勾配河川で求められている Regime theory が急勾配で、相対粗度の大きな流れにまで適用できることを発表した。⁽⁵⁾

そして、計画河幅は河床勾配、河床材料としての粒径、粘着性、非粘着性等に無関係に次式で示されるとした。⁽⁵⁾

$$B = 3.5 \sim 7.0 Q^{1/2} \text{ (m-sec単位)} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

B : 河幅 (m)

Q : 流量 (m^3/sec)

である。

筆者も河幅は、そこを通過する流水によって規定されるものであるという考え方に同意して、河幅は流量の関数として表現することにし、いくつかの出水事例調査や洪水流の時間的な流れ方の変化から、河幅を規定するものは、流量のみで表現するのは不充分で、次の項目ごとに整理した上で、流量と対応させるのが適当であろうと考えた。

i) 河道 (河岸, 河床) の強さ

ii) 流量の出現確率

iii) 流量の継続時間

そこで、上記 i) ~ iii) について、式(1)に使われた資料を再検討してみた。

i) 河道における河岸、河床の強さに関する検討

特に洗掘区間においては、同一河床勾配を有する河川に同一流量が流下しても、河道を構成する材料によって、流量に対応する河幅は異なると考えられる。

たとえば、Simons & Albertson⁽⁶⁾の資料については粘着力のある材料と非粘着性材料とに分類して整理すると次のようになる。

粘着力のある材料を有する bank の場合

$$B = 3.2 \sim 5.2 Q^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

非粘着性材料の bank の場合

$$B = 4.0 \sim 7.1 Q^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

砂質の水路実験における流量と河幅との関係は、Ackers⁽⁷⁾の資料から

$$B = 6.4 \sim 7.0 Q^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

と示される。

同様に、Schumm⁽⁸⁾の資料では、河床とbankにおけるSiltとClayの占める率が90%以上の材料では、

$$B = 1.3 \sim 2.6 Q^{1/2} \dots\dots\dots(5)$$

(ただし、1例だけ $B = 5.97 Q^{1/2}$ となっている、理由不明)

であるのに対し、SiltとClayの占める率が90%以下では

$$B = 1.5 \sim 8.4 Q^{1/2} \dots\dots\dots(6)$$

となっており、このうちでもSiltとClayの占める率が80%以下の場合は、ほとんどの場合 $\alpha > 3$ となっている。また、アーマコートのようなもので河床表面がカバーされて、抵抗力をつけることが可能な礫床河川では

$$B = 2.5 \sim 5.2 Q^{1/2} \dots\dots\dots(7)$$

という値をとっている。

Leopold & Miller⁽⁹⁾の資料のうち、ピーク流量を対象とした砂質水路資料では

$$B = 4.5 \sim 14.1 Q^{1/2} \dots\dots\dots(8)$$

という整理ができる。

以上の検討結果を整理してみると、表-1のようになり、砂質材料で構成されている河道は比較的流量が大きくなった場合に流量に比して河幅の拡大が示されやすい。粘着性のある材料で構成されている河道は α 値が小さい、砂床はその中間にある。

表-1 材料別の値

資料発表者	砂 質	非粘性	中 間	粘着性	礫 床
Simons 他 ⁽⁶⁾	—	4.0~7.1	—	32~52	—
Ackers ⁽⁷⁾	6.4~7.0	—	—	—	—
Schumm ⁽⁸⁾	—	(3~8)	1.5~8.4	13~26	2.5~5.2
Leopold 他 ⁽⁹⁾	4.5~14.1	—	—	—	—

ii) 流量の規模による検討

Regime theory で使用されたインド・パキスタン地方でのかんがい水路においては、取扱っている流量はほぼ維持流量的な常にbankfullな一定流量である。

一方、我が国における急勾配河川においては、逆に常時は流れが少なく、洪水時のみ

多量の流量が流下する状態の河川であって、河幅が流量に対応するといっても、その対象とする流量が全く異なることになる。そこで、流量の規模の要素をおりこんだ α 値の検討をするものである。

Simon⁽⁶⁾の資料は常時 bankfull を流れの流量を対象としている。

$$B = 3.5 \sim 7.1 Q^{1/2} \dots\dots\dots (9)$$

Haynie & Simons は Mississippi 川での資料から

$$B = 3.9 \sim 11.9 Q^{1/2} \dots\dots\dots (10)$$

という幅広い α 値を与えた。Mississippi 川も常時の流量が多く、ほぼ bankfull の状態の流量と考えてよいと思われる。

Chop (1961)⁽¹⁰⁾の資料は常時満水の場合とそうでない場合に分けて資料整理ができています。

$$\text{常時満水の場合} \quad B = 4.0 \sim 6.0 Q^{1/2} \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{上記以外の場合} \quad B = 4.1 \sim 11.0 Q^{1/2} \dots\dots\dots (12)$$

特に常時満水の場合、ほとんどの例が $\alpha = 4.5 \sim 5.5$ で表わされる。しかし、(11)式と(12)式の差は、すでにBが固定している河道での流量変化による差と考えられることからすぐに流量の出現確率に結びつけるのは早計であるが、河幅Bと流量Qとの関係を調べる場合に流量のもつ意味がいかに重要であるかという一つの資料になる。

Schumm⁽⁸⁾の資料では流量に関して、Mean annual flood (確率にして233年に一度)とMean annual dischargeとに区別してある。

1)の区別でのSilt & Clay 90%以上では

$$\text{Mean annual flood} \quad B = 1.3 \sim 2.6 Q^{1/2} \dots\dots (13)$$

$$\text{Mean annual discharge} \quad B = 6.5 \sim 21.1 Q^{1/2} \dots\dots (14)$$

(ほとんどは、 $\alpha > 1.0$)

Silt & Clay 90%以下では

$$\text{Mean annual flood} \quad B = 1.5 \sim 8.5 Q^{1/2} \dots\dots (15)$$

$$\text{Mean annual discharge} \quad B = 6.9 \sim 38.7 Q^{1/2} \dots\dots (16)$$

礫床河川では

$$\text{Mean annual flood} \quad B = 2.5 \sim 5.2 Q^{1/2} \dots\dots (17)$$

Mean annual discharge

$$B = 7.5 \sim 21.1 Q^{1/2} \dots\dots (18)$$

と整理される。

このように、 α の値が異なるのは、河幅が主に洪水流量によっていると考えられ、そ

の洪水流量以下の流量に対しては、河幅がすでに固定していることから α 値は大きくなると考えられる。

一つの地点で河幅と流量が、流量変化に対してどのように対応するかをLeopold & Miller⁽⁹⁾のMeet John Washの資料から示すと図-1のようになる。

流量の規模すなわち、河幅と流量との関係式における流量にどの流量を用いばよいかという検討については、 α 値の幅を、一定に近い値にしようとする考えからすれば、おおむね次のようにまとめられるであろう。

計画河幅は、最大流量（洪水流量）によって規定されると考えた方がよい。また、河道は理想的にはどのような流量の出水に対しても安定であることが望まれるわけであり、その意味からすれば、最大流量よりも小さな流量でありながら、現実の現象として既設工作物に被害が発生している事実は誠に残念である。そこで考えられることは、このような最大流量より小さくかつ、その出現頻度が高い出水で、かつ工作物に被害を与えるような河幅対策も必要となってくる。

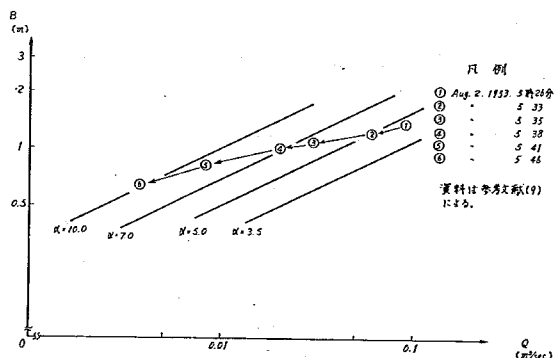


図-1 Meet John Washにおける洪水流での流量と河幅との関係

iii) 流量の継続時間に関する検討

これまでに検討してきた、河道の強さと流量規模には特に時間の概念が入っていない。同じ流量規模の洪水流が同じ河道（兩岸、河床ともに自然の状態であることが原則である。）を流下する場合、河幅に影響を与えると思われる条件に、その流量の継続時間が考えられる。継続時間が $t \rightarrow \infty$ であれば、河幅は流量によってかなり規定されてくるのではないだろうか。また $t \rightarrow 0$ であれば河道の強さがより大きく影響すると考えられる。ただし、 $t \rightarrow \infty$ の場合には蛇行の影響が入ってくることが考えられる。

このような考えから、継続時間の比較的長い河道に対しては、 α 値は河幅と流量との関係において最大に近い α 値をとるであろうし、継続時間が短い場合には、河道の強さにもよるが α 値が充分大きく（流量と充分対応できないうちに）ならないうちに流量が変化することが考えられ、これによって α 値は、比較的小さい値をとることが考えられる。

Ackers⁽⁷⁾による実験では実験時間に数日間を要しているし、Simons⁽⁶⁾らによる資料においても、ほぼ維持流量に近い条件となっていることから、継続時間は $t \rightarrow \infty$ に近いといえる。このことは、Haynie⁽¹⁰⁾におけるMississippi川の資料についても言える。

このようにRegime theoryにおいては、ほとんどが $t \rightarrow \infty$ と考えられる資料であると言えそうである。Leopold & Miller⁽⁹⁾の資料は通常流水がない河川における河幅と流量の資料であるが、流量そのものの規模は小さく、出現確率は不明である。そして、継続時間も非常に短い洪水を対象としている。にもかかわらず α 値が比較的大きいのは、すでに形成されている河幅に影響されていると考えられる。たとえば、Arroyo de los Chamisos地点での流量はpeakで $3.24 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり（July 3, 1952発生）、この地点での流域面積は約 6.5 km^2 であることから、比流量は非常に小さいことがわかる（ $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ ）。

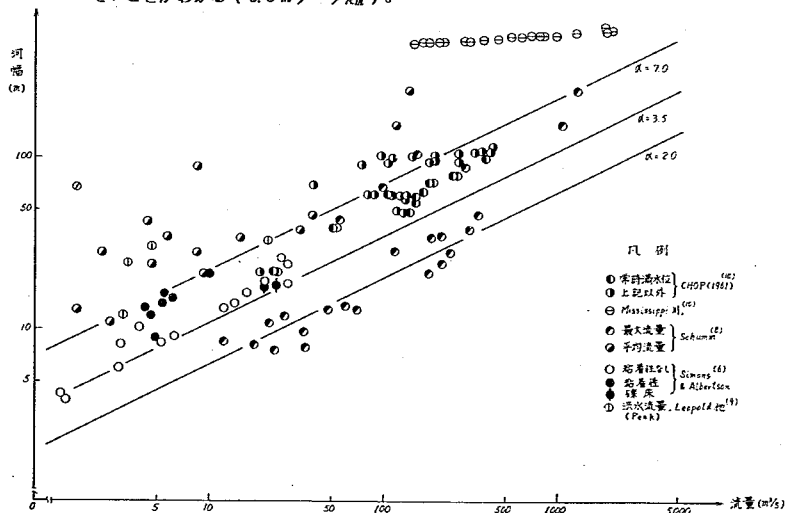


図-2 流量と河幅の関係

以上のことから、はじめに設定したいくつかの仮説は、芦田らの公式の資料からも確認することができた。

そこで、以上の資料を整理して流量と河幅との関係として再整理したものを図-2に示した。

1-3 実験からみた河幅と流量の関係

使用した水路は、長さ1.2m、幅0.4mの片面ガラス張り水路で、河床勾配は1/20 ~ 1/50に整形が可能である。

使用砂は、平均粒径0.19mm、0.32mm、0.38mmの三種類を用いた。実験条件は、表-2のとおりである。

表-2 土研実験条件

流量変化	流 量 (ℓ/s)	時 間	河 床 勾 配	case	備 考
一定流量	1.25	90分	1/50	3	dm=1.9mm
"	2.5	"	1/30~1/50	"	dm=1.9~3.8mm
"	5.0	"	"	"	"
"	10.0	"	"	"	"
ピーク流量	1.25~2.5~1.25	40分	1/30	3	dm=3.2mm
"	1.25~2.5~5.0~2.5~1.25	70分	"	"	"
"	1.25~2.5~5.0~10.0~5.0~2.5~1.25	90分	"	"	"

尚、上流から、実験水路下流端から流出する土砂量と同じ量の土砂を供給している。また平均粒径の異なる粒径の場合土砂は、河床材料及び供給砂とも同じものを用いた。

1-3-1 一定流量に対する実験結果及び考察

i) 二次元水路による水理実験における河幅の検討

表-3に一定流量での水理模型実験結果を示した。本実験は一部洗掘部と堆積部が入るが、主に流下部と考えられる領域での実験である。

表-3

実験 番号	流 量	水路幅	$\alpha = \frac{B}{Q}^{1/2}$	河床勾配	平均粒径		τ_*	備 考
					河床	供給		
	(m^3/s)	(m)			(cm)	(cm)		
1	0.00125	0.4	11.4	1/50	0.19	0.19	—	河床砂移動なし
2	0.0025	0.4	*1.8~4.0 (8.0)	1/50	0.19	0.38	0.04~0.19	砂礫堆形成
3	0.0025	0.4	*2.4~5.0 (8.0)	1/30	0.38	0.38	0.06~0.17	砂礫堆形成
4	0.0025	0.4	8.0	1/30	0.38	0.38	0.03~0.06	河床砂移動少ない
5	0.005	0.4	*1.4~2.8 (5.7)	1/50	0.19	0.38	0.05~0.11	砂礫堆形成
6	0.005	0.4	*3.6~5.7 (5.7)	1/30	0.38	0.38	—	"
7	0.005	0.4	*2.8~4.2 (5.7)	1/30	0.19	0.38	0.05~0.14	"
8	0.01	0.4	4.0	1/50	0.19	0.38	0.13~0.35	全底面移動
9	0.01	0.4	4.0	1/50	0.38	0.38	0.09~0.18	"
10	0.01	0.4	4.0	1/30	0.38	0.38	0.08~0.26	"

(注1) α の欄 * は主流水路幅をとった場合の α 値、下段 () 書きは水面幅による α 値

(注2) 1.25 l/s の場合、すべての例において河床砂の移動がないため表には1例を代表として記載した。

実験番号1に示したように、流量が1.25 l/sec のように小さい場合、(本実験では、 $\tau_* < 0.05$ に相当する場合) には、河床砂の移動はほとんどみられず、流水は水路全面にわたって等流で流れていた。

一方、実験番号8.9.10に示したように、流量が1.0 l/sec と大きくなって掃流力が増大すると(本実験では、 $\tau_* > 0.10$ であった) 河床底面全面にわたって砂粒の移動現象が生じ、いわゆる Flat bed を形成して水路幅全面に流れる。

この場合にも、側面の水路壁脚部には特に洗掘現象が生じていないことから、上流側から適当量の土砂供給があれば、 $\alpha = 4.0$ ($Q = 1.00 l/sec$ の場合) でも流量に充分対応できると考えてよいだろう。

実験番号2~7における流量が2.5 $l/sec \sim 5.0 l/sec$ 間では砂礫堆が形成されて、主流流水の流れる幅は小さくなるが、流水は一応全水路面を流れている。砂礫堆が移動している区間も考察すれば全水路面となるので表-3では主流流水の流れる幅に対する値と水面幅に対する値を α 値として併記した。そして、本文では一応流水幅をも

って河幅として以下の考察をした。

二次元水路における一定流量の実験からも、すでにある流量によって規定された河幅が存在する河道において、河幅と流量との関係を調べる場合、河幅を規定した流量を知ることが重要であってそれ以下の流量では、特に掃流力の小さい流れでは α 値は大きくなる、ということが明確となった。

尚、参考までに図-3に時間ごとの α 値の変化(主流路幅によるものも含めて)を示した。

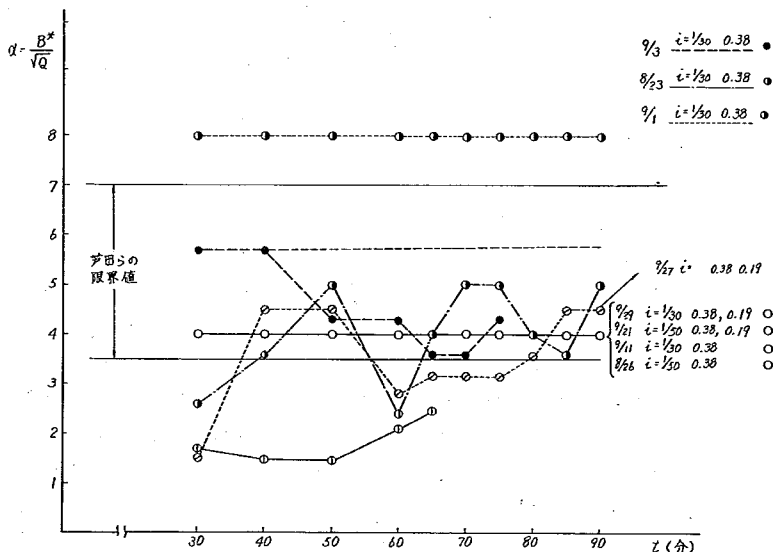


図-3 時間による α 値の変化

ii) 三次元水理水路による河幅の検討

(特に小規模出水に対する検討)

三次元水路において、現在多く水理模型実験が実施されている。これらの水理実験において、特に計画高水に対応する流路断面(すでに両岸が護岸で固定されている)に、計画高水以下の一定流量を流した場合の流量と流路幅との関係を調べてみた。

大谷川流路工水理模型実験においては、計画流量 Q_{max} は、 $1,300 \text{ m}^3/\text{sec}$ (現地スケール、以下同じ)であり、この場合の流路工幅は、 $B=140 \text{ m}$ としている。すなわち、 Q_{max} に対応する α 値は

$$B = 3.9 Q_{\max}^{1/2} \dots\dots (19)$$

である。この他、実験では
 $Q = 250 \text{ m}^3/\text{sec}, 540 \text{ m}^3/\text{sec}$ についても検討しており、
 $Q = 250 \text{ m}^3/\text{sec}, 540 \text{ m}^3/\text{sec}$ の出水に対する流路幅はともに Bankfull な流れになっていて、 α 値を調べると

$$B = 6.0 \sim 8.8 Q^{1/2}$$

$\dots\dots (20)$

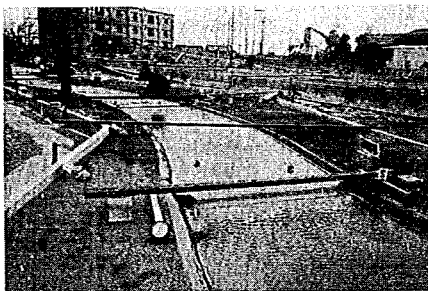


図-4 大谷川水理模型実験 土木研究所

となる。

ここで、 $Q = 250 \text{ m}^3/\text{sec}$ は最多頻度の流量 (1/1 よりも少) であり、 $540 \text{ m}^3/\text{sec}$ は $1/2$ 確率の流量である。

実験中、 $Q = 250 \text{ m}^3/\text{sec}$ の場合はほとんど全般を通して河床は安定している、一方 $540 \text{ m}^3/\text{sec}$ の場合多少護岸にそって河床洗掘が (現地 scale で約 1.7 m 位) 生ずる所があるが、流路を全体的にみた場合には安定している範囲に入る。

大武川流路実験においては、計画高水流量 $Q_{\max}$ は $536 \text{ m}^3/\text{sec}$ (現地スケール) であり、流路幅は $100 \sim 120 \text{ m}$ と計画されている。この水路に中小洪水 (生起確率 1/10) である $Q = 340 \text{ m}^3/\text{sec}$ が流れた場合の実験結果をみると、河幅 (護岸と護岸との間隔) 一ぱいに流水が流れており、実験中での河道の安定性から、 α 値は $\alpha = 5.4 \sim 6.5$ となる。

中小規模の出水に対する α 値は、現流路形態に強く影響されるため、Peak 流量による α 値より若干大きな値をとるようである。模型実験では流域面積 $70 \sim 135 \text{ km}^2$ の範囲において α 値は

$$\alpha \doteq 6.0 \dots\dots (21)$$

という値をとっていた。

以上から、 α 値の限界は実験水路のような砂質材料については $\alpha \doteq 6.0$ 位と思われる。

1-3-2 Peakをもった流量に対する実験結果及び考察

表-4~6にPeak流量 2.5 l/sec , 5.0 l/sec 及び 10.0 l/sec の水理実験結果を示した。本実験の河川での位置づけは流下部に相当している。

Peak流量をもった流れと河幅との関係を調べてみると、河床砂及び供給砂の平均粒径 3.2 mm 、河床勾配 $1/30$ の例では一般的に次のようなことが言える。

流量が、 $0 \sim 1.25 \text{ l/sec}$ までの間はほとんど土砂の移動がなく河床は整形面そのまま保って、流水は水路幅一面に河床にはほぼ平均に流れる。この現象は流量が 2.5 l/sec に近づくとき土砂移動が生じて河床にAntiduneが発生し、その後河床形態は中規模河床形態によって変化してくる。この現象は 5.0 l/sec までつづき、 $5.0 \text{ l/sec} \sim 10.0 \text{ l/sec}$ に流量を増加させた範囲では河床底面が全面にわたって土砂移動が発生して、砂礫堆は消滅する。底面はほぼflatbedとなる。 $10.0 \sim 5.0 \text{ l/sec}$ に減水をはじめてもしばらく同じ現象が続き、 5.0 l/sec になってから再び砂礫堆の形成がはじまり $5.0 \text{ l/sec} \sim 2.5 \text{ l/sec}$ に砂礫堆形成は最も顕著となる。 $2.5 \text{ l/sec} \sim 1.25 \text{ l/sec}$ になると砂礫堆は移動をしなくなり、固定した水路（この時の水路幅は主に 2.5 l/sec のときの流れに最も影響されている。）にそって、 1.25 l/sec の流量が流れる。表-4~6における横断形状図でも明らかのように、本実験においては完全に水面幅が水路幅より小さくなるのは、減水期における流量 1.25 l/sec 以下の場合のみである。

表-4

実験日 8月31日

D=3.2

I=1/30

測定位置 5 M

時間 t (分)	流量 Q (ℓ/s)	平均水深 Hm (cm)	砂壁堆 高さ h (cm)	洗掘深 さ Δh (cm)	堆積高 さ Δh (cm)	横断形状 縮尺 1:5
5	1.25 2.5					
10	2.5	2.2				01265
15	2.5	2.2	2.0	1.0	1.0	01265 $\alpha=8$
20	2.5 1.25	1.3	4.8	3.4	1.4	00779
25	1.25	0.8	5.2	4.0	1.2	$\alpha=5.7$ 0.0491
30	1.25	0.8	4.0	3.5	0.5	$\alpha=5.7$ 0.0491

表-5

実験日 8月20日

D=3.2mm

I=1/30

測定位置 6M

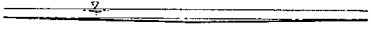
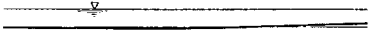
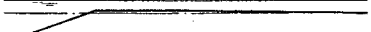
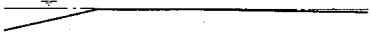
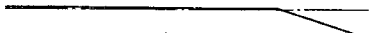
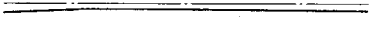
時間 t(分)	流量 Q (cm^3/s)	平均水深 Hm (cm)	砂礫堆 高さ h (cm)	洗掘深 さ Δh (cm)	堆積高 さ Δh (cm)	横断形状 縮尺 1:5	
5	1.25 2.5	1.2					0.0723
10	2.5	2.0					0.1161
15	2.5	1.7	4.0	3.6	0.4		0.1000
20	2.5 5.0	1.6	2.6	2.5	0.1		0.0946
25	5	2.3	3.5	3.3	0.2		0.1317
30	5	2.3	2.6	2.5	0.1		0.1317
35	5 2.5	2.6	0.5	1.2	-0.7		0.1469
40	2.5	1.6	4.5	4.2	0.3		0.0946
45	2.5	2.0	4.3	4.1	0.2		0.1161
50	2.5 1.25	1.7	1.2	1.8	-0.6		0.1000
55	1.25	2.0	1.8	0.2	0.2		0.0372 $\alpha=42$
60	1.25 0	3.7	3.5	0.2	0.2		0.0372 $\alpha=42$

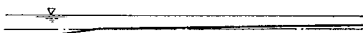
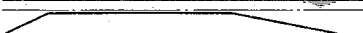
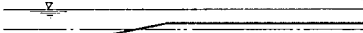
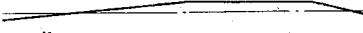
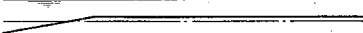
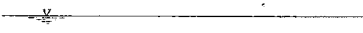
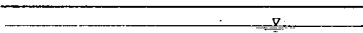
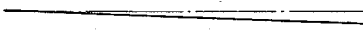
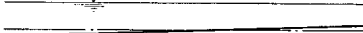
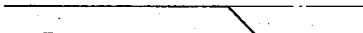
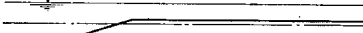
表-6

実験日 8月26日

D=3.2

I=1/30

測定位置 3 M

時間 t(分)	流量 Q (ℓ/s)	平均水深 Hm (cm)	砂堆 高さ h (cm)	洗掘深 さ △h (cm)	堆積高 さ △h (cm)	横断形状 縮尺 1 : 5	
10	1.25 ↓ 2.5						
15	2.5	1.5	2.2	1.6	0.6		0.0891
20	2.5	1.7	4.2	3.5	0.7		0.1000
25	2.5 ↓ 5.0	2.2	3.0	3.3	-0.3		0.1265
30	5	2.4	4.0	3.2	0.8		0.1368
35	5	2.0	2.1	0.8	1.3		0.1161
40	5.0 ↓ 10	2.3	2.0	1.5	0.5		0.1317
45	10	3.5	0	0	0		0.1902
50	10	3.7	1.7	1.5	0.2		0.1993
55	10 ↓ 5.0	3.2	1.3	0.8	0.5		0.1761
60	5	2.7	0.5	0.5	0		0.1519
65	5	2.7	3.5	3.5	0		0.1519
70	5.0 ↓ 2.5	2.3	2.9	2.4	0.5		
75	2.5	1.2	4.7	4.5	0.2		
80	2.5	1.2	5.5	4.9	0.6		
85	2.5 ↓ 1.25	1.7	6.5	6.0	0.5		0.1000
90	1.25						α=4.2

以上の観察結果を τ_* によって検討してみると $1.25 \ell / \text{sec}$ の時には τ_* はほぼ
 $\tau_* = 0.03 \sim 0.05$, $2.50 \ell / \text{sec}$ に増加させると $\tau_* = 0.09 \sim 0.12$ となつて土
 砂の移動が始動が始まることはさきの一定流量の土砂移動限界 $\tau_* \geq 0.05$ からも意味
 づけられている。 $5.0 \ell / \text{sec}$ での τ_* はほぼ $\tau_* = 0.12 \sim 0.15$ にあつて、 10.0ℓ
 $/ \text{sec}$ になると $\tau_* = 0.19 \sim 0.20$ と計算された。砂礫堆の形成条件と τ_* との関係
 は別に発表することになっているので、ここで河幅と流量との関係にもどると、河幅の定
 義をどのようにするのが問題となってくる。ここでは一応水面幅とするとPeak流量
 をとる場合次のように考えられる。

Peak 流量	$1.25 \ell / \text{sec}$ の場合	$B = 4 \sim 6 Q^{1/2}$	
Peak 流量	$2.50 \ell / \text{sec}$ の場合	$B = 8 Q^{1/2}$	
Peak 流量	$5.00 \ell / \text{sec}$ の場合	$B = 5.7 Q^{1/2}$	(22)
Peak 流量	$10.00 \ell / \text{sec}$ の場合	$B = 4.0 Q^{1/2}$	

そして、Peak 流量以外の流量はうまくその河幅で河道に対応していると考えても
 よい。

ここで、Peak 流量 $1.25 \ell / \text{sec}$ の場合 α 値が小さいのは掃流力が小さく、そこに存
 在する水路幅にほぼ規定された流れとなるためで、それ以外は流量に比して α 値が小さ
 くなるのは、水路幅として水面幅をとつたためである。そして、これらの考え方は1—
 4—1で述べた一定流量における結果とほぼ同一であると考えてよいだろう。

なお流量をもっと大きくした場合(τ_* が大きい場合)の α 値の検討も必要であつた
 が、実験可能な最大流量が $10.0 \ell / \text{sec}$ であることから検討していない。

以上の水理実験の結果を τ_* についてまとめると

$$\begin{aligned} \tau_* \leq 0.05 \text{ の流れ} & \quad \text{河幅は流量対応として考えなくてよい。} \\ 0.05 \leq \tau_* \leq 0.10 \text{ の流れ} & \quad B \doteq 7 \sim 8 Q^{1/2} \\ \tau_* > 0.10 \text{ の流れ} & \quad B \doteq 4 \sim 6 Q^{1/2} \end{aligned}$$

となる。

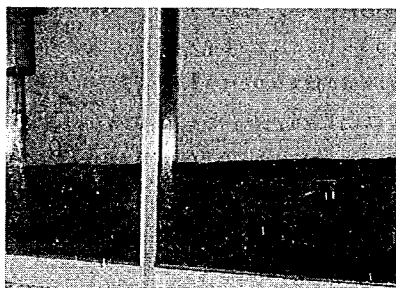


図-5 EXP ($Q=10 \ell/s$, $I=1/30$, $dm=0.32cm$)

以上、水理実験の結果からPeak 流量と、それ以下の流量という流量の違いによって α 値が異なることがあることが判明した。

1-4 現地河川における流量と河幅との関係

水理実験では、水路幅が固定されている場合の流量と河幅の関係を検討した。本節では、いくつかの現地調査を実施した結果から、1-2、1-3に述べた考え方の検証をおこなった。

現地河川での調査例は二つに大別される。一方は現在の河幅をこれまでの流量との関係において調べたもの(常願寺川、手取川、京戸川)であり、他方はこれまでの河幅が新たな災害時の流量によって拡張されている河川(Ｓ51年9月台風17号による愛媛、香川の例)での調査結果である。

1-4-1 常願寺川⁽¹⁾及び手取川⁽²⁾における調査結果

常願寺川天鳥砂防ダム～瀬戸蔵砂防ダム間の横断形は、岩盤ではない山脚部がせまっているいわゆるU字型の横断形をしていて、河幅はほとんど130m～190mで過去100年間(この間には昭和44年の大出水も含まれている)にその変化はみられない。この区間は常願寺川全体からみるとほぼ流送区間にあたっているのも、もし流量による河幅変化がみられればと調査検討した区間であった。そこで、上記区間における最大流量を仮りに昭和44年8月出水(ピーク $1,091 m^3/sec$)として河幅と流量との関係を調べてみると

$$B = 3.9 \sim 5.7 Q^{1/2} \quad \dots\dots (23)$$

で示される。

一方、常願寺川支流称名川も昭和44年8月に洪水に見舞われた支川であるが、本川
天鳥砂防ダム～瀬戸蔵砂防ダム間とは異なり新河道は流水によって拡幅されている。

図-6に示した地点(代表地点)では旧河道幅が34mであったのに対し43mにな
っており、この時のピーク流量 $681 \text{ m}^3/\text{sec}$ との関係を検討すると

$$B \div 1.7 Q^{1/2} \quad \dots\dots\dots (24)$$

となる。



図-6 称名川における河幅変化

称名川において河幅の検討を加えた区間も称名川では洗掘・流送区間であることから、
砂床河川で一度堆積した土砂の再移動の幅は流量によって規定されると考えてよいよう
である。

常願寺川における堆積区域における河幅と流量との関係は、本宮ダム堆砂域において
調査している。

一般に堆積区間では、河幅が充分広い場合が多く、洪水流は一応水路全面を流れてい
るように見えるが、流れの様子は主流路部とその他では、流速や流れ方に全く異なるもの
が見うけられた。そこで、本宮ダム堆砂域においては洪水後の砂堆ブロックの幅を、主
流水によって運搬されたものと考えて計測したものが表-7である。

表-7

測 点 (河口からの距離)	Km	272	274	276	286	288	290	294	310	314
実 河 幅 (m)	4192	5793	5447	1757	1605	2788	4202	3190	3599	
砂 堆 幅 (m)	110~140	160~180	160	130~170	110~160	130	160	140	150	

仮りにこの砂堆幅が主流水によつたと考えられれば、流水幅のかわりに砂堆幅をとって
河幅と流量の関係を調べられないかと検討したもので、S44年災害時の流量 $1,674 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対して

$$B = 2.6 \sim 4.4 Q^{1/2} \quad \dots\dots\dots (25)$$

と整理できる。

この流量を全河道幅で考えれば

$$B = 3.9 \sim 14.1 Q^{1/2} \quad \dots\dots\dots (26)$$

である。

次に手取川支流牛首川において調査した結果によると、牛首川の洪水は昭和9年の土砂が多く堆積して、その後の出水で移動していない河床は植生によって充分判別が可能である。

以上の考察から、牛首川の現河道のうち昭和9年以後の流水によって確定されたと考えられる河幅について、現地において、河道幅を調査（一部建設省金沢工事々務所で実施した河床横断測量図によつた）し、昭和9年から現在までの流量（実際に流量資料があるのは昭和30年以降）を調べて、整理したのが次式である。

$$B = 2.2 \sim 3.6 Q^{1/2} \quad \dots\dots\dots (27)$$

〔昭和30年以後の最大は、仏師ヶ野観測所において $1,434 \text{ m}^3/\text{sec}$ （昭和36年9月16日）でありこの値に対して $\alpha = 2.2$ をとる、また最大年流量のうち最も出現回数の多い流量をとると、約 $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ でありこの値からは $\alpha = 3.6$ が得られる。〕

ここで手取川の例から考えられることは河幅について種々検討している前提に、上流から掃流状態で運びきれないような量の土砂の流下はないということがあげられる。また、土石流や崩壊土砂が河道に入ると河幅という概念を全く打ち破ってしまう。これまでに筆者の扱ってきた河幅とは掃流状態における流量との対応によって規定されるものという確認をここでしたい。

次に、小規模出水に対する現地調査例を述べる。¹³ この調査は高水流量だけではなく、

しばしば工作物の被災原因となつている小規模（確率にして $1/3 \sim 1/5$ 程度）出水に対する安定河道のための河幅の検討をおこなつたものである。

筆者が現地踏査に入っている間に集中豪雨が降り常時はほとんど流水のない河道に表面流がみられた。そこで流速、河幅、水深を計測したところ、河幅 $B = 1.40 \text{ m}$ 、

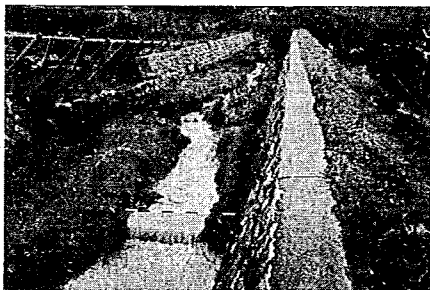


図-7 現地計測例

水深 $H=0.07\text{ m}$, 流速 $v=0.8\text{ m/sec}$ であった。これらから流量 Q は,

$$Q=A \cdot v=0.08\text{ m}^3/\text{sec}$$

であり、図-7地点での河幅に対する α 値は $\alpha=5$ となる。この程度の出水でも時には工作物の被災原因ともなりうるようであるが、調査河川の場合かなり安定している。小さな確率での降雨に対して安定河道を設計しようとする場合には、上記例の様に α 値による複断面的な河道断面が有効であると思われる。

しかし、小規模出水の場合には、現河床形に大きく影響されているので α 値は peak 流量に対して多少大きい値をとるようであり、これは対象流量を安定状態で流下させる幅を持たせる意味でも効果があると考えられる。

現在、建設省の砂防関係工事々務所においては、基礎資料の収集として出水ごとに水位一流量観測を実施している。この貴重な資料(別添付表2)から、流量と河幅との関係を調べたのが図-8である。

調査された流量の規模は比較的小さくて、ほとんどの場合確率 $1/1$ 以下であった。図示したのは流量規模にして $1/1 \sim 1/5$ 確率の値のみを示した。

なぜならば、確率 $1/1$ 以下の流量の場合 α 値は最大で $\alpha=12$ の値をとっていたが、小さな流れではほとんど土砂の移動がなく、水理実験でいう $\tau_b < 0.05$ と同様な現象をとると思われたので、ここでは無害流量として整理からはずした。

図-8には同時に江戸川支川及び三次元水理実験の値も小規模出水の例として併記している。また、筆者の視察による $1/1$ 程度確率の出水に対する有効な河幅と流量の関係値を破線で示した。

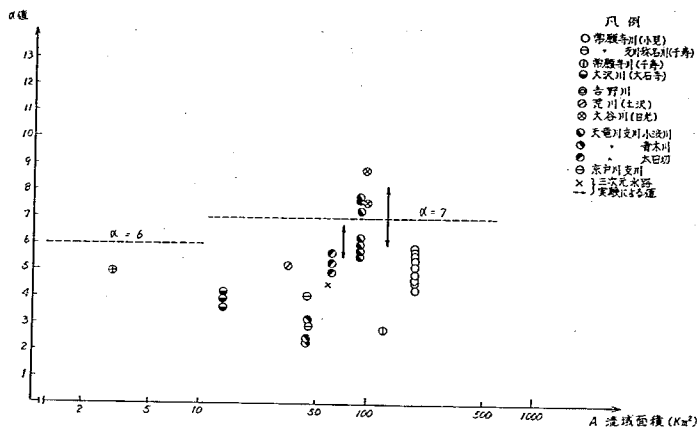


図-8 流域面積による α 値の変化

ここで、図-8に α 値を流域面積で表示した理由は、現地河川においては平均粒径のとり方がむずかしく τ_* での表示に問題があること、流量の継続時間は流域面積によると考えてもそう大きな問題はないこと、他に流量の継続時間を表示する適当な因子がないこと、流域面積で取りまとめることができれば現地適応が容易となることなどから、 α 値について流域面積によってとりまとめたものである。

1-4-2 災害現地における調査結果

表-8は昭和51年9月台風17号による豪雨の際に主に河道の洗掘・流下区域で旧河道が拡幅された場所の平均値を現地調査によって計測したものである。

香川県・愛媛県の各現地はともに花崗岩地帯であった。また、流量は降雨資料からラショナル式から計算して求めた。

調査結果から流量と河幅の関係は

流域面積 $A \leq 10k_m^2$ の場合

$$B = 1.7 \sim 2.3 Q^{1/2}$$

流域面積 $1 < A \leq 10k_m^2$ の場合

$$B = 3.1 \sim 3.7 Q^{1/2}$$

... (28)

と整理できた。

表-8 土砂流における流下幅と流量の関係

溪流名	A	r	Q = 0.2778 · f · A · r (注2) ラショナル式による ピーク流量 (m³/s)	Q ^{1/2}	B	B = αQ ^{1/2} のα値
	流域面積 (k _m ²)	時間降雨 (mm)			流下幅 (m)	
瀬の下川 (香川)	0.1	50	1.25	1.12	2	1.78
風呂川 (香川)	0.6	78	11.7	3.42	6	1.75
赤坂川 (香川)	0.2	90	4.5	2.12	6	2.83
荒神川 (香川)	0.3	76	5.7	2.39	6	2.51
樋之谷川 (愛媛)	1.0	46	11.5	3.39	8	2.36
大谷川 (愛媛)	1.4	46	16.1	4.01	15	3.74
田滝川 (愛媛)	5.7	29	41.3	6.43	20	3.11

(注1) 雨量計および等降雨線より推定

(注2) f = 0.9 とした。



図-9 災害現地調査の現場
洗掘区域の例
(大谷川-愛媛県)



図-10 下流堆積区域の例
(明神川-香川県)

写真のように堆積区域では、土砂流出が多いと河道が埋塞されて、流水はいわゆるフラットな面を周囲の障害物……たとえばコンクリート壁、石垣などによって規定されて流れる。

この節に示す災害地域は、流域面積が全て10km²以下のいわゆる小溪流であり、現地調査の際の聞き込みによっても洪水の継続時間は非常に短い。加えて地質条件がほぼ類似し、平均河床勾配も近似していることを考えると河幅と流量との関係は、1～2で述べたいくつかの問題点のうち、流量の継続時間による影響（ここでは流域面積の相違がこれにあたる）のみの問題として取扱かえそうである。

ここで、現地調査による α 値の検討をまとめたものが図-11である。図-11に礫床もしくは砂礫質河床での境界 α 値線を入れてみた。この線は、花崗岩地域においても適用できるものとする。

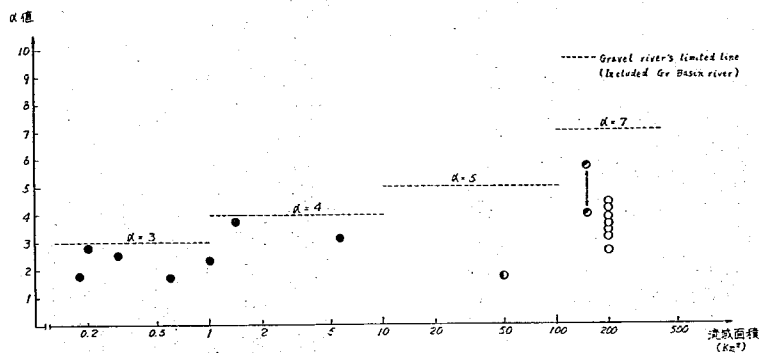


図-11 ピーク流量における α 値

1-5 既設流路工における流量と河幅との関係

これまでに述べた流量と河幅との関係が、実際の現地河川ではどのような関係にあるのかを、既設流路工の資料⁽⁴⁾から地方別に整理したものが図-12の1~12の9である。

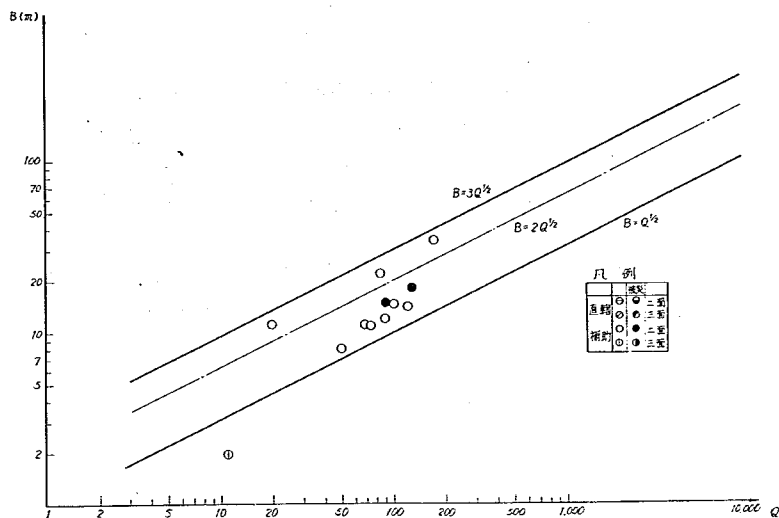


図 12 の 1 既設流路工における流量と河幅との関係 北海道

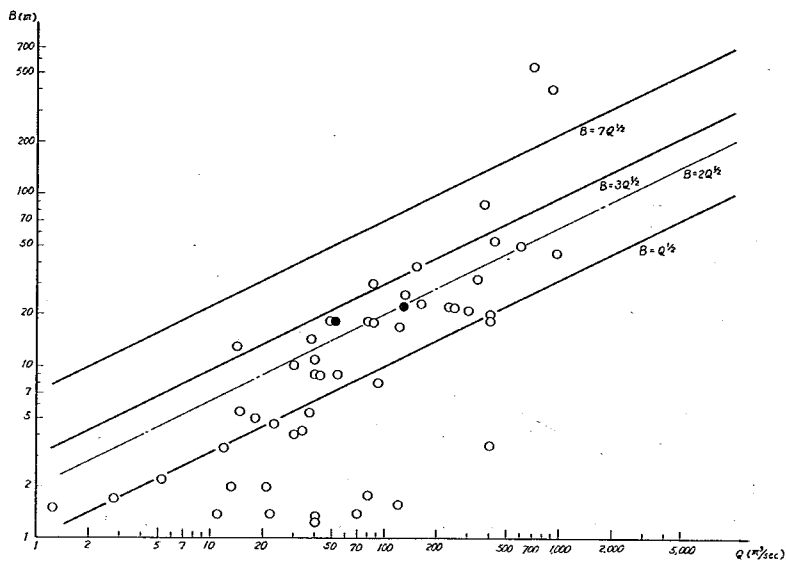


図 12 の 2 東北地方・東北地方建設局

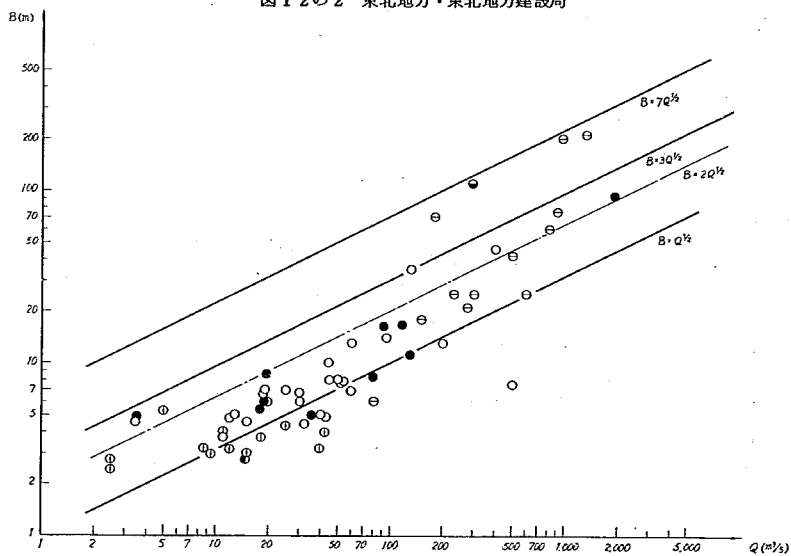


図 12 の 3 関東地方・関東地建

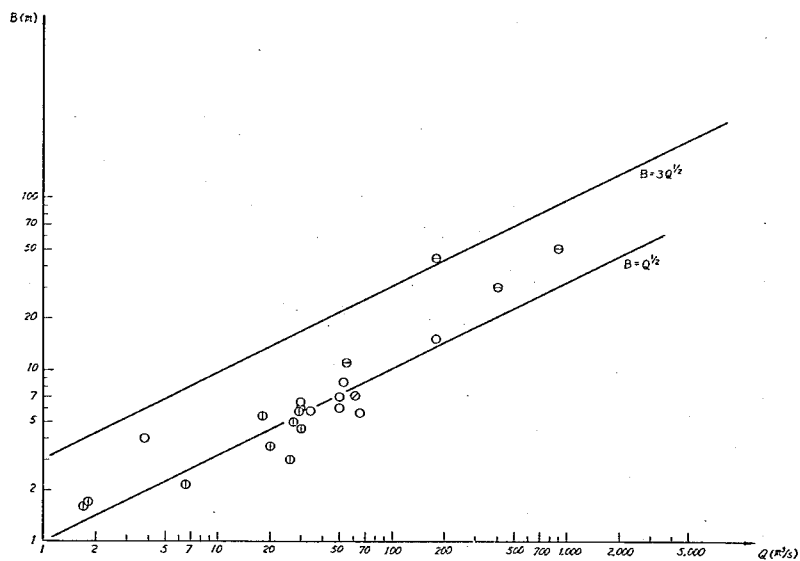


図 12 の 4 北陸地方・北陸地建

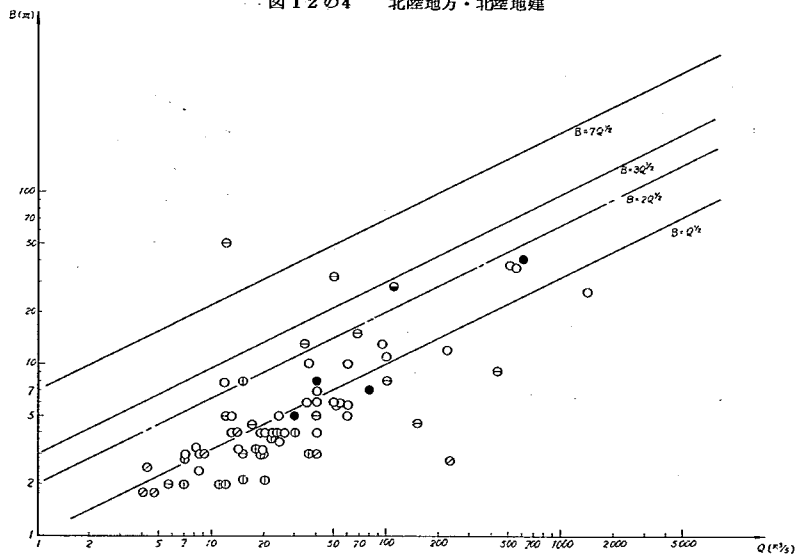


図 12 の 5 中部地方・中部地建

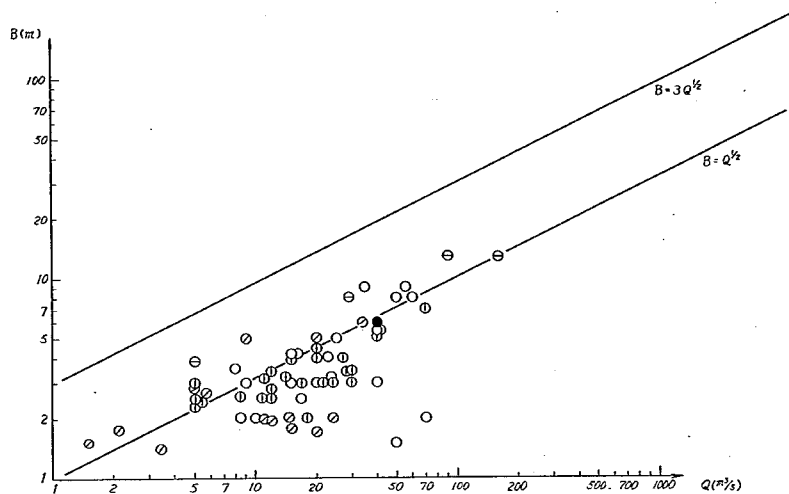


図 12 の 6 近畿地方・近畿地建

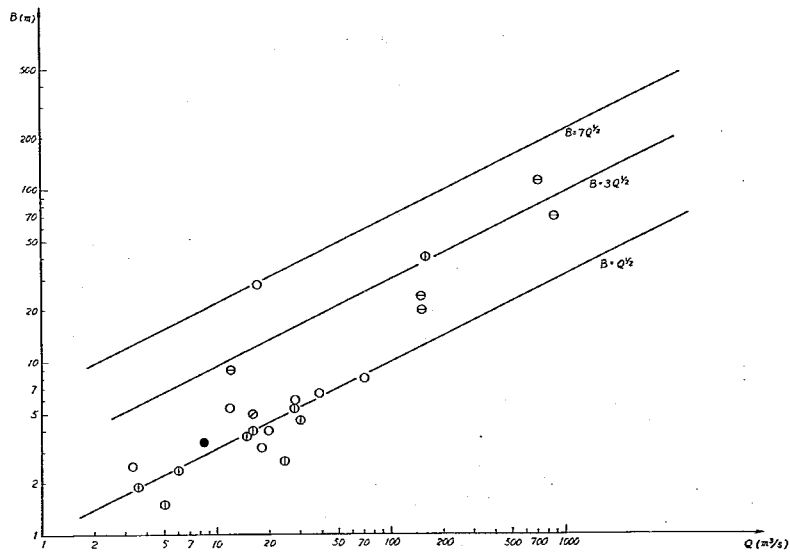


図 12 の 7 中国地方・中国地建

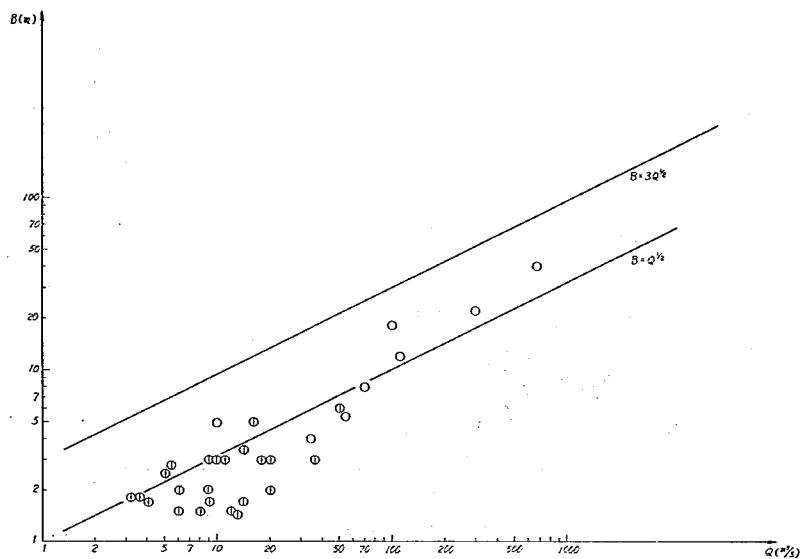


図12の8 四国地方

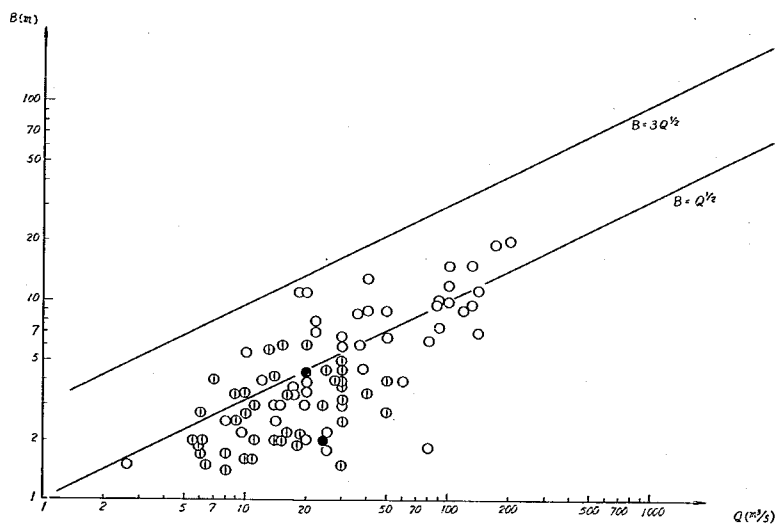


図12の9 九州地方

図には同時に被災例も記入して、それらの災害が流量と河幅による関係の不均衡によって生じているのではないかと考えて、整理している。

図から、ほとんどの流路工において

$$B < 3Q^{1/2} \quad \dots\dots\dots (29)$$

で示され、三面張り流路工でない場合でも地方によっては

$$B < Q^{1/2} \quad \dots\dots\dots (30)$$

で示される例がある。

急勾配河川の場合、計算による流速が大きく計算されることがあり、そのため断面は小さくても充分となることや、施工の際には用地の問題が生じて、やむを得ず河道幅を小さくすることさえあるという。以上のため河道幅が比較的小さくとられていると考えられるが、はたして、これで安全なのだろうか、数は少ないがいくつかの被災例（図中黒丸）を調べてみると、ほとんどの場合

$$B < 2Q^{1/2} \quad \dots\dots\dots (31)$$

で示される範囲に入る。

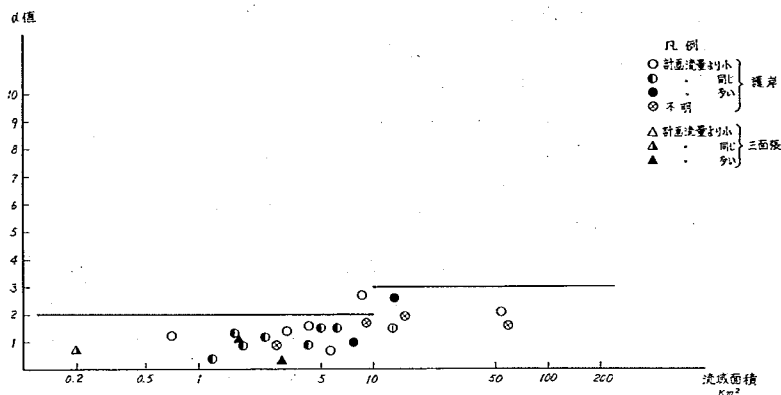
図-13は、被災した流路工について、流路面積と α 値との関係を施工後の出水規模別に調査したものである。

被災流路工流域の主な地質を調べたが特に一定の傾向はみられなかったことから一般的急勾配河川での被災例として取り扱うことにする。

三面張り流路工ではほとんど（数は少ないが）計画流量以上の出水による護岸の越水によって護岸が被災していることが判るが、底面をはらない流路工は、計画流量もしくはそれ以下の流量で護岸根固め部の被災が目立っている。これらの被災は護岸工根入部、もしくは床固工水叩工部の被災がほとんどで、局所洗掘にどのように今後対応するのがよいのか検討をせまられるところであろう。

このうち河幅に関係することは、そのほとんどが $\alpha < 2$ で生じていることで計画流量に対する α 値の再検討が必要であることを意味するものと考えられる。

また計画流量以下の被災は、河幅だけでは解決できない問題で、後節で提案するいわゆる施行方法の改善によってその対策が可能となろう。



図一13 被災流路工における流域面積と α 値との関係

1-6 砂防河川における計画河幅の提案

流量変化にとも急勾配河川において、安定河道を設計し施行することは大変困難であるが、これまでに得られた文献調査結果、現地河川調査、水理模型実験及び既設流路工における災害事例等の諸調査から流路工計画における河幅決定に対する一つの考え方をここに提案するものである。

計画河幅が流量によることは第一前提としたわけであるが流量と河幅との両者の関係をいくつかの問題点別に整理した。

まず、河岸・河床の強さについては、文献調査ではかなり明確に分類できたが、我が国の現地調査ではほとんど砂もしくは砂礫の河岸と考えられる領域にあり、火山灰やローム質地域の様な特殊な地域における流路工では三面張り流路工が設計施工されていて、あまり明確な河岸・河床強さの違いの資料を収集できなかった。そこで、ここでは主に砂もしくは砂礫河岸を主にした河幅検討の結果からの検討をするものである。

シルト質やローム質の多い土地条件の河川における河幅については、前述の文献資料の整理結果から砂礫岸における河幅より狭い河幅としてよさそうなので、河岸・河床の強さの違いは河幅を決定する際の α 値を変えることによって対応することとする。

尚、一般的には流路工の場合、河岸には護岸工が施工されるので強さとしては自然河道の河岸に比して少し強くなり、より河幅が狭くなっていることは既設流路工の資料(図一12の1~12の9)からもよくわかる。

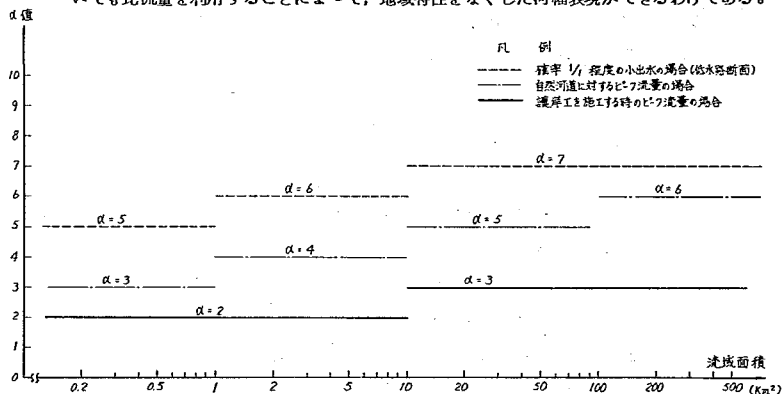
ただし、あまり狭くすると護岸工の根固部の深掘れが生じている例が多いので、被災し

ていない範囲の α 値を α 値の下限値としている。

次に流量の出現確率に対する考え方は、peak 流量に対する河幅を断面決定の際の対象計画流量とすることがよい。しかし全ての流量に対応する安定河道のためには規模の小さい流量に対しても有効な河幅が必要である。そこで本文では、この規模の小さい流量としては確率1/1程度、もしくは過去10年位の流量資料から災害をひきおこした流量を対象流量と考えた。

最後に、流量の継続時間については流量の時間的把握の資料が少なかったで、ここでは流域面積としてとらえて整理することとした。

流域面積を利用すると、計画高水量として比流量⁽¹⁾の概念が導入される。比流量は現在その解析が困難な降雨の地域特性を比較的よく表わしていると考えられるので、本文においても比流量を利用することによって、地域特性をなくした河幅表現ができるわけである。



図一14 安定河道設計のための河幅(案)

以上の考え方をもちいて河幅と流量との関係を整理したものが図一14である。図一14において、流路工工事の設計に関しては流量を計画高水流量ととって実線と、一点鎖線の間において α 値から河幅を決定する。この際の α 値の決定因子は河床構成物質による。

また、同時に確率1/1程度の流量に対して図一14の点線の α 値をとり複断面的な河幅を決定する。特に小規模出水に対する複断面的な河幅の施行に際しては、特別に工作物をもちいるのではなく、現在河床に存在する石礫を利用して、アーマコートを人工的に作ってやるという手法をとるもので、現河床に適当な材料がない河川においては蛇籠やフトン籠などを利用する。また河床の大転石は高水流量から決定された河幅に施行される護岸工の根固めとして利用することが望ましい(図一15参照)。そして現河道を全て掘削整正する従来の流路工計画に対して、できるだけ現河道を利用した河道設計を提案するもの

である。

尚、小規模出水に対する複断面的な施行例をここで述べる。

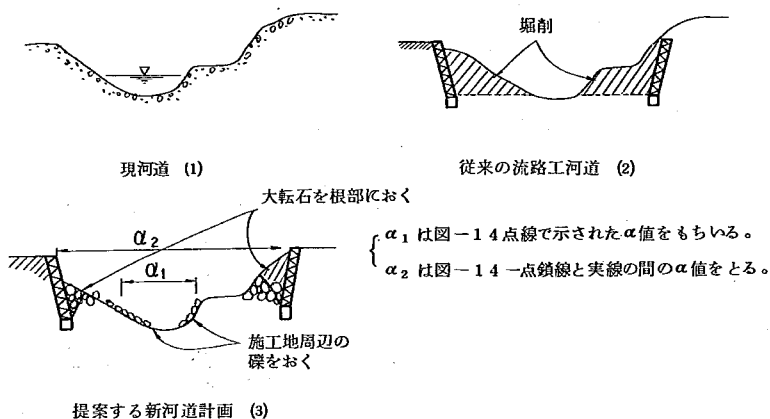


図-15のように、現河道を全て掘削整正する従来の流路工計画に対してできるだけ現河道を利用した河道設計としている。

1-7 計画河幅の現地河川への適用例

これまでに述べた計画河幅の考え方を、実際河川の計画に適用する例を述べる。

事前に必要な項目は、

- (1) 流域面積……河幅を決定する必要がある地点から上流流域の面積。
- (2) 地質もし……河幅を決定する必要がある地点での河床・河岸の性質。
くは土質 (礫か砂か)
- (3) 計画高水……… m^3/sec
流量
- (4) 最も出現頻度が多く、かつ護岸根固部の洗掘等災害をひきおこしている流量……
たとえば、確率 $1/1 \sim 1/3$ の流量もしくは過去10カ年位の流量から適当
と思われる流量をえらぶ。

適用例として、最上川支流立谷沢川の流路工において、瀬場ダム下流での最も適当と思われる計画河幅の設定を試みる。

瀬場ダム地点で、流域面積 (A) $A = 8.82 \text{ km}^2$

土質は、礫床岸

計画高水流量 $900 \text{ m}^3/\text{sec}$

最も危険な流量 $100 \text{ m}^3/\text{sec}$

である。

ここで、最も危険な流量としては、過去の災害事例から東北地方特有の雪解け水の考慮が必要であると思われたので、過去10年における流量を調べた結果⁶⁹ (立谷沢川の資料が少ないので、流域面積が似ている銅山川の資料を用いた。) 最大流量として、ほぼ $100 \text{ m}^3/\text{sec}$ が妥当である (過去10カ年の最高日流量 128 m^3 、 100 m^3 をこしたのは2日) と考えられた。そこで、瀬場ダム下流流路工計画区域における計画河幅としては、次のような設定が可能である。

計画高水流量に対する河幅 B_1 は、

$$B_1 = \alpha_1 Q^{1/2}$$

で示され、 α_1 は $A = 8.82 \text{ km}^2$ であるから図-14より、 $\alpha_1 = 3 \sim 5$ となる。 $Q = 900 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるから、 $B_1 = 90 \sim 150 \text{ m}$ 、ここでは護岸を作ることを前提として、 $\alpha_1 = 3 \sim 4$ と考えれば $90 \sim 120 \text{ m}$ が妥当幅となる。次に、危険流量を対象とすると

$$B_2 = \alpha_2 Q^{1/2}$$

α_2 は図-14より、 $\alpha_2 = 7$

故に、 $B_2 = 70 \text{ m}$

すなわち、図-16の様な複断面的な河道の設定が好ましい。なお、計算の結果として

$B_2 > B_1$ となった場合には、 B_1 の方の値をとって河床全面にアーマコートを形成することが望ましい。

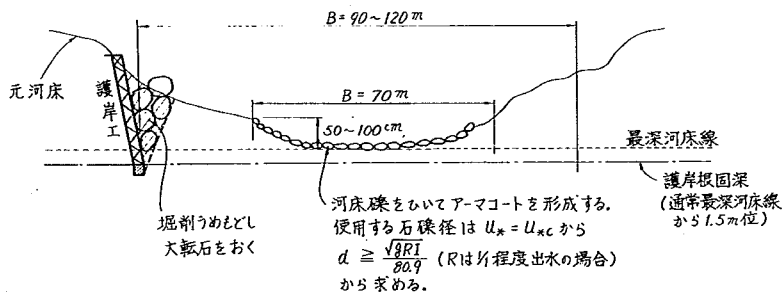


図-16 複断面的施工の模式図

1-8 今後の問題点

これまでの流路工計画においては、そのほとんどが計画高水流量を無害に流下させようとする水路としての計画がなされている。

しかし、計画される高水は確率的に50～150年に1度という大きなものであり、時にはこれらの値をこえる流量が流下することもあるが、ほとんどの流路はこれら高水をむかえずに、時には被災し破壊されることが多く見受けられる。

そこで本文では、高水に対する断面の確保を含め、常時もしくは1/1程度の小出水時にも充分安全に対応できる、いわゆる全ての流量に対して安全河道となるような流路工計画のための、計画河道設計に必要な河幅について、一つの提案をするものであり、今後これらの河幅に対する現地での追跡調査を実施して、研究成果の検討をしていきたい。

参 考 文 献

(1) たとえば

Leopold & Maddock :

The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. U.S.G.S. Prof. Paper 252, 1953.

(2) Progress Report of Task Force on Friction Factors in Open Channels of Committee.

Friction Factors in Open Channels. P.128 Proc. of A.S.C.E. H.Y.2. Mar. 1963.

(3) 高山 茂美 : 河川地形 P.220 共立出版 1974.

(4) 前出(2) P.126~127

(5) 芦田 和男, 高橋 保, 水山 高久 : 流路工計画に関する水理学的研究 新砂防 97 S.50.11

(6) D.B.Simons & M.L.Albertson

Uniformwater conveyance channels in Alluvial Material.
A.S.C.E. H.Y.5 May 1960. P.33

(7) Peter Ackers : Experiments on small streams in Alluvium A.S.C.E. H.Y.4 July 1964 P.1

(8) S.A.Schumm : The shape of Alluvial channels in Relation to Sediment Type.

U.S.G.S. Prof. Paper 352-B 1960.

(9) L.B.Leopold & J.P.Miller :

Ephemeral streams -Hydraulic Factors and their Relation
to the Drainage Net.

U.S.G.S. Prof. Paper 282-A 1956.

(10) R.M.Haynie & D.B.Simons

Design of stable channels in alluvial materials.

A.S.C.E. H.Y.6 Nov. 1968.

(11) 池谷 浩, 野田 猛 : 流出土砂の河川への影響

第30回建設省技術研究会報告(昭和51年度) P.787~793

02 筆者の現地調査による

03 筆者らの現地調査(京戸川支川・山梨県)による

04 建設省土木研究所: 流路工に関する研究(Ⅱ) S49. 3.

土木研究所資料943号 土木研究所

05 建設省河川砂防技術基準(案) P.22

日本河川協会 S.51. 6

06 最上川水系砂防調査中間報告書

昭和49年版 新庄工事々務所

§2 粗度係数の考え方

2-1 研究の目的と必要性

砂防計画及び砂防工作物の設計に必要な流れの抵抗に関しては、現地河川が移動床でかつ相対粗度の大きな粗面境界の河床を有すること、そして河床勾配が急でありかつ流れは乱流であることなどから急勾配河川での研究例は少なく、従来から緩流河川における抵抗則に準じて現地では粗度の推定がおこなわれている。

しかし、前述のような急勾配河川の諸特性を考えると急勾配河川における抵抗について検討する必要があると考えられる。

そこで本章では、従来の研究結果をもとに現地及び水理実験からの資料を用いて、急勾配河川における抵抗について検討した。特に流水の抵抗に密接に関係する河床形態についてもその影響について、検討するとともに現地の河川において実用的に使用されているマンニングの粗度係数が妥当かどうかを判定をして砂防工作物の設計に用いられている粗度係数に関する提案をしようとしたものである。なお、本文においては河幅の変化にともなう抵抗の変化については検討していない。また、中規模河床形態についての検討も単列砂礫堆に関する検討であって複列や網状砂礫堆については検討していない。

2-2 従来の研究と本研究の基本的な考え方

緩勾配河川における流れの抵抗に関する研究についてはTask Force on Friction Factors in Open Channels of the Committee⁽¹⁾、土木学会水理委員会移動床流れの抵抗と河床形状研究小委員会⁽²⁾によって、とりまとめられ発表されているのでここでは省略し、砂防工事の対象となるような急勾配（ここでは約1/100より急勾配な河床をいう）河床での流れの抵抗に関する研究について述べる。平山・浅沼⁽³⁾は溪流における流速を容易に求めるという目的のため、利根川支川根川での流量・水位観測及び流速観測結果から急勾配溪流における粗度係数について検討した。そして、実際河川においては、同じ河川においても河状によって各地点が独立の性質を有しているため少し距離をへだてると粗度係数が異なり、ある区間として一定粗度を決定するには非常に問題があることを指摘した。

山口・本田⁽⁴⁾は溪流における流速式の検討のため、マンニング式における粗度係数について流れを対数分布と仮定して、 $(h/k) = 0.2 \sim 4.0$ の区間について、

$$N = g^{-1/2} (0.045 K/h + 0.122) K^{1/6} \quad (1)$$

で示した。

ここで N : 粗度係数

K : 相当粗度

h : 平均水深

である。このうち相当粗度について

$$K/d = C_1 \{ u_*^2 / \{ (\sigma/\rho) - 1 \} g d \}^n \quad (2)$$

とし(石礫の移動限界から求めた), $\tau_* \leq 0.052$ の場合, $C_1 = 3.5$, $n = 1.2$ を代入し,
 $\sigma = 2.65$, $\rho = 1$ において $k \approx d$ を求めた。ここで d は石礫の径としている。

山口らの方法と同じく流速分布が対数則分布にしたがうとして,

$$\begin{aligned} u/u_* &= A_0 + 1/k \log e \cdot \log (h/K) \\ &= A_0 - 1/k + 1/k \log R/K \end{aligned} \quad (3)$$

u : 平均流速 k : カルマン定数

u_* : 摩擦速度 K : 相当粗度

R : 径深

から, 相当粗度を求める方法は緩流河川でも多く行なわれている。(5)

岩元・平野⁽⁶⁾は混合砂礫の存在する河川における抵抗則式を水理学的に検討した。

$$\text{そして, } u_m/u_* = \sqrt{2/\int_0^\infty C D \epsilon A_\tau (1 + 5.75 u_*/U_{K0} \cdot \log dz/do)^2 p(D)} \\ \overline{dD} + 5.75 \log h / 2.46 do \quad (4)$$

ここで, CD : 抵抗力係数, ϵ : 遮へい係数

A_τ : 流れの方向の投影面積

(D) : 粗度要素の確率密度関数である。

そして, 従来から物理的意味が不明確であった Nikuradse の K_s については,

$$K_s/do = \exp \{ K \{ 8.5 - U_{K0}/u_* \} \} \quad (5)$$

として定義し, 代表粒径 do との関係として示してここで U_{K0} は, ある代表粒径 do に対する底面流速 U_{K0} である。

岩元らの検討結果は物理的にはその位置づけが明確であるが, 実際河川での適用上に問題がある。

たとえば出水時には U_{K0} 底面流速は現地ではほとんど観測不能と考えられる。

また相対粗度を粒径(一般に代表粒径や平均粒径などをもちいる)でおきかえる方法は理論解析としては理解できるが, 実際河川に適用しようとする場合, その分布形や分布幅がある限度内におさまる緩勾配河川と異なり, 急勾配河川においては, 粒径分布の幅が大きく, また場所ごとに分布も変化するため代表粒径として, どの値をもちいるかの判断に困難さがみられる。

水山⁽⁷⁾は山地河川が見受けられる相対粗度の大きな粗面乱流を対象とした移動床上の流れの抵抗則について、次のような考察を加えた。

すなわち、断面の平均流速 u_0 は、 μ , g , d , R , I , σ , ρ によって表わされるとし、エネルギー勾配 I のかわりに u_* を、重力加速度 g のかわりに砂礫の水中重量 $(\sigma - \rho)g$ を用いて、 u_0 / u_* を次元解析により

$$\varphi = u_0 / u_* = \phi(u_* d / \nu, u_*^2 / (\sigma / \rho - 1) g d, R / d, \sigma / \rho) \quad (6)$$

という関係に整理した。

そして、研究対象が主として河床形態が平坦河床で、流れは完全粗面乱流の領域にあり、砂粒レイノルズ数の影は顕著でないこと。

また自然河床を対象としているので $\sigma / \rho = 2.5 \sim 2.65$ 程度でほぼ一定であることから、 φ は

$$\varphi = f(\tau_*, R / d) \quad (7)$$

表現できると考えた。この式によって実験結果を整理したので図2-1である。

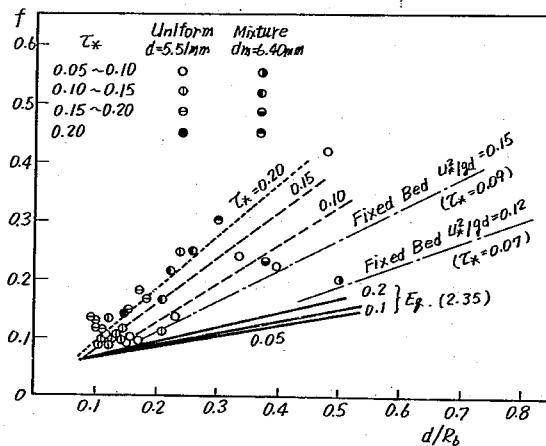


図2-1 移動床流れの抵抗係数⁽⁷⁾

また水山は混合砂礫床における流れの抵抗則については代表粒径として表面の平均粒径を用いることを提案し、実験の結果、流れの抵抗則は、一樣砂礫と同じ結果を得たとした。

しかし、これらの前提には粒度分布と河床面の凹凸との間に一義的な関係があるという大前提条件があり、実際河川ではたびたび述べるようにこの粒度分布の正確な把握さえも

わからない現段階としては、一般論化するのにはまだまだ困難が伴うことを示していると考えられる。また、扇状地河川でしばしば見受けられる中規模河床形態としての砂礫堆による抵抗の増加に対する検討がなされていない。

以上、これまでの急勾配河川における抵抗に関する研究概要を述べたが、いずれも確定的なものはなく、特に中規模河床形態としての砂礫堆による抵抗の増加に関する検討がほとんどなされていない。そこで筆者は急勾配河川における抵抗について、水理実験から得られた結果を以下の考えのもとに次元解析し、特に中規模河床形態による抵抗の増加について検討した。

まず流れの抵抗を考える場合、関係ある要因は流れ、場、河床、河道の特性として H , B , r_w , ν , g , d , r_s , σ , I_e を考えた。

ここに、 H : 平均水深, r_w : 水の単位体積重量

ν : 動粘性係数, g : 重力加速度

r_s : 土粒子の単位体積重量

σ : 河床材料の標準偏差, d : 平均粒径

I_e : エネルギー勾配

である。

ここで基本量として、 r_w , g , d をとると要因の無次元量は

$$\pi\varphi = f(\sqrt{gd} \cdot d/\nu, u_*^2/Sgd, H/d, B/d, S, d/\sigma) \quad (8)$$

となる。ここで $S = (\frac{I_e}{r_w} - 1)$ で定義される無次元量である。また、エネルギー勾配 I_e のかわりに u_* をもちいると、() 式は次のように書き換えられる。

$$\varphi = f(B/H, H/d, u_*d/\nu, \tau_*, S, d/\sigma) \quad (9)$$

ここで、 $S = \text{Const}$ とし、完全粗面乱流を考慮してレイノルズ数の効果を見捨てる

$$\varphi = f(B/H, H/d, \tau_*, d/\sigma) \quad (10)$$

と書きかえられる。

ここで d/σ は、水理実験の場合には d/σ は一定と仮定してもさしつかえないし、現地においてはそのとらえ方(調査手法)及びその表現方法に河川を代表させるものが得られていない現段階なので、本文では分布の項を省略して、 B/H , H/d , 及び τ_* と φ との相関として急勾配河川での抵抗に関する研究をすすめた。

粒径の分布とその配置に関する研究は今後の問題として検討する必要があることは言うまでもない。

そこで本文は、次元解析から φ に関して

$$\varphi = f(B/H, H/d, \tau_*) \quad (11)$$

として取り扱い、緩勾配河川での次元解析例との比較をおこなうものである。

芦田⁽⁸⁾らは、 H/d (R/d) 粗度要素の尺度として用いられる範囲は河床波が形成されるまでであるとして、河床波が形成されるような流れについては、河床波の形状を粗度要素の尺度として導入する必要があるとしているが、河床波の形状についても現在のところでは明確に把握されていない。中規模河床波の形成条件に関する検討は別の機会に発表することとし、中規模河床形態も考慮にいたれた流れの抵抗に関する検討をおこなったものである。

2-3 水路実験による急勾配流れの抵抗について

土木研究所の長さ12m、幅0.4m・片面銅製・片面ガラス張り水路において、急勾配流れの抵抗に関する実験をおこなった。

水路は、平均粒径0.32mmの砂を平坦にした移動床として上流端からは、水路下流端から流下する土砂量と同量の土砂を供給した。

実験条件は、表-2-1のとうりである。

2-1 実験条件

流量変化	流 量 (ℓ/s)	時 間	河床勾配	粒 径	工作物設置の有無	備 考
一定流量	1.25	90分	1/50	$d_m=1.9mm$	ナシ	
"	2.5	"	1/30	$d_m=1.9\sim 3.8mm$	"	
"	5.0	"	"	"	"	
"	10.0	"	"	"	"	
洪水波形	1.25~2.5~1.25	40分	1/30	$d_m=3.2mm$	ナシ	
"	"	"	"	"	帯工	
"	1.25~2.5~5.0~2.5~1.25	70分	"	"	ナシ	
"	"	"	"	"	帯工	
"	1.25~2.5~5.0~10.0~5.0~2.5~1.25	90分	"	"	ナシ	
"	"	"	"	"	帯工	
一定流量	5.0	60分	"	"	帯工	

実験での測定項目及びその定義は、以下の様考えた。

平均流速 (V_m) ……小型プロベラ式流速計で、測定水深1cm以下のときは1点、水深1cm以上4cm以下のときは、垂直方向に連続的に記録した。

また、横断方向には、流速分布が一様と仮定できる場合には1点、砂礫堆が出来たときには(3~5点)を記録した。

平均流速は、以上の計測値の算術平均をとって平均流速と定義

した。(附-3 実験結果のうち備考欄○印のみ平均流速値であり他は、一点における流速)

平均水深 (H_m) ……横断方向に最小3点、水深の変化点が多い場合には5点を1mmスケールで計測した平均値を平均水深とした。

河床勾配 (I) ……初期条件の $I = 1/30$ をとった。

無次元掃流力 (τ_*) ……上記の数値より $\tau_* = H I / S \cdot d_m$ から求めた。

二次元水路の実験結果を抵抗係数 φ と無次元化した掃流力 τ_* によって整理したものが図-2-2である。

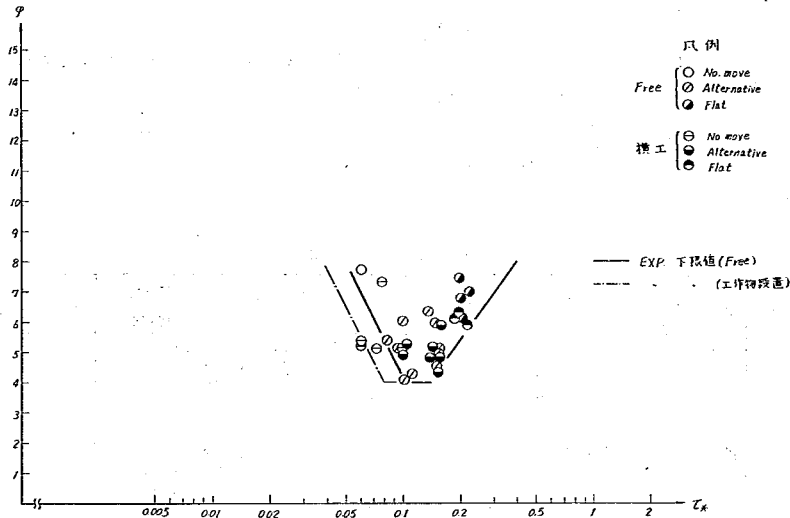


図-2-2 二次元水路実験による抵抗値

ここで H/d_m の項をはぶいたのは、 $\tau_* = \frac{H I}{S \cdot d_m}$ において S および I を一定とおけば $\tau_* \propto k \frac{H}{d_m}$ となり τ_* で表現できると考えたからである。実際に図-2・3で示したように τ_* と H/d_m は比例する。

また B/H については、河床勾配と河幅が一定であれば B/H は Q に比例する (図2-4 参照)。そこで抵抗 φ に関係する B/H については、水理実験の場合、勾配ごと整理した τ_* の変化によって表現が可能であると考えられる。なお、現地河川において、出水規模 1/1 以上の流量を対象とした観測結果 (河幅は水面幅をとっている) からの B/H の値は、吉野川 $B/H = 2.08 \sim 2.20$ 、大谷川 $B/H = 2.01 \sim 2.88$ 、天竜川 $B/H =$

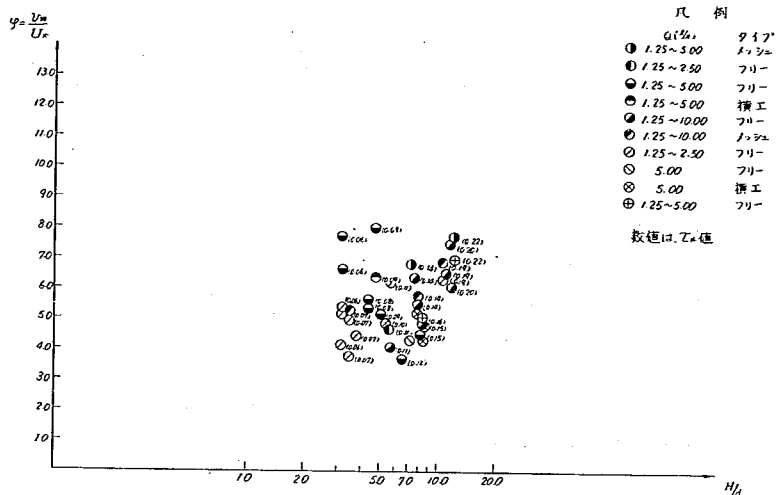


図-2-3 実験水路における実測値

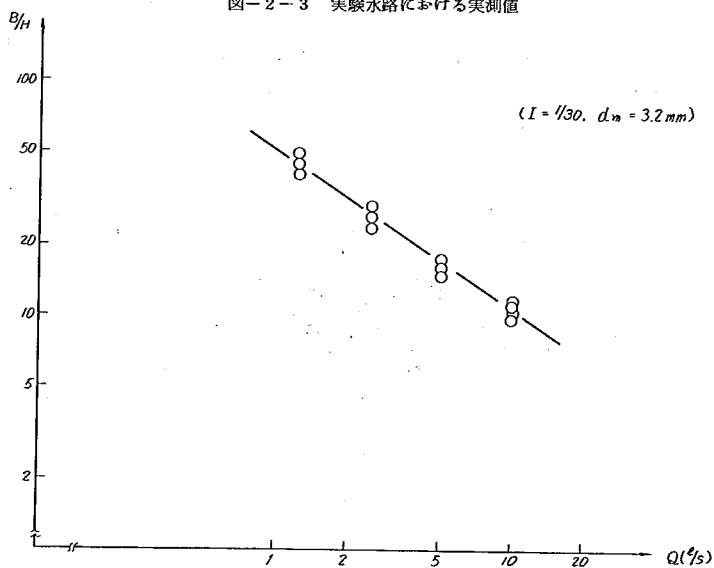


図-2-4 水路実験による B/H と Q との関係

1.2~1.4, 大沢川 $B/H=3.0$, 称名川 $B/H=2.0$, 水無川 $B/H=1.26 \sim 1.50$ であった。現地河川の資料を比較検討する場合、水理実験のように河床勾配・河幅が一定ではない。しかし、 B/H は砂礫堆の形成境界 ($B/H \approx 1.0$) および単列と複列との境界 (この境界には幅があるがほぼ $B/H \approx 5.0$ と仮定できる) があるという実験結果⁽⁹⁾から、粗度に関係する要因として、中規模河床形態の存在の有無は、 B/H によっても想定される。今回得られている現地資料は、ほぼ $B/H=1.0 \sim 5.0$ の領域に入り、すべての河川で砂礫堆が形成される条件にあることから、水理実験結果、現地河川資料での資料整理の際に B/H の項を省略することにした。

図-2-2から、水路に工作物を設置しない急勾配河川における抵抗係数は、 $\tau_* < 0.05$ 以下のいわゆる河床砂の移動がみられる場合と、 τ_* がかなり大きい (本実験では $\tau_* > 0.3$ であったが木下⁽¹⁰⁾の実験結果等を見ると $\tau_* > 0.5$ 位か) 場合の値に比較して、 τ_* が両者の間すなわち、 $0.05 \leq \tau_* \leq 0.5$ の範囲にある場合には、河床に中規模河床形態としての砂礫堆が形成され、抵抗係数が極端に減少する傾向がみられる。

τ_* の範囲によって抵抗係数が減少することは、芦田⁽¹¹⁾も言及しているところであるが、減少の程度は、図-2・7で示されたように芦田が示した緩勾配河川よりも急勾配河川の方が大きいようである。

そこで、河床勾配による抵抗係数の減少度合への影響を調べるため、木下の実験結果⁽¹⁰⁾を使用させていただいて整理したものが図-2-5である。

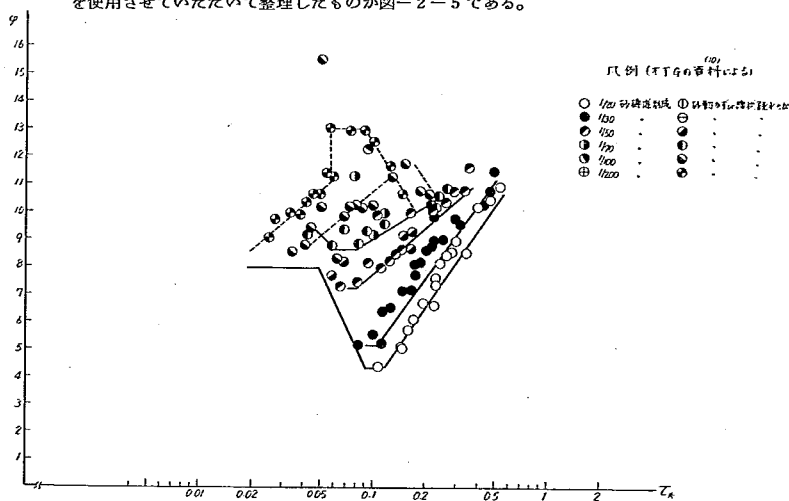


図-2-5 河床勾配変化と抵抗係数の変化

図-2-5からは、 $1/100$ より緩勾配の流れと急勾配の流れとで抵抗係数の変化が異なる結果が示された。

特に河床勾配が $1/20 \sim 1/30$ の範囲では、 τ_b が $0.08 \sim 0.15$ の範囲で抵抗係数の減少は著しい。土研実験($i = 1/30$)結果から考えても、これらの傾向は中規模河床形態としての砂礫堆の形状抵抗によるものと考えてよさそうである。

工作物の粗度への影響については、土木研究所においておこなった水理実験からの結果(附-3、水理実験結果参照)を図-2-2に示した。

実験に用いた工作物としては、帯工(横工)をもちいた(図2-6)。

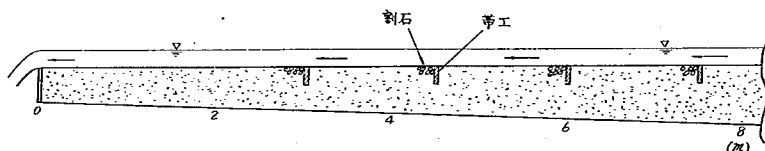


図-2-6 帯工配置図

実験資料が少ないので確定的なことは言えない。今回の実験範囲から得られた結果を図-2-2に併記した。

河床勾配ごとに抵抗係数の下限値(マンニングの粗度係数に換算すると、 $n = R^{1/6} / \sqrt{g \cdot \phi}$ であるから上限値となる。)を示したものが図-2-7である。参考までに芦田⁽¹⁰⁾による $\tau_b - \phi$ の関係を整理して図示してある。図-2-7から無次元掃流力 τ_b と河床勾配が判明すれば、ある流量の抵抗係数が判明する。

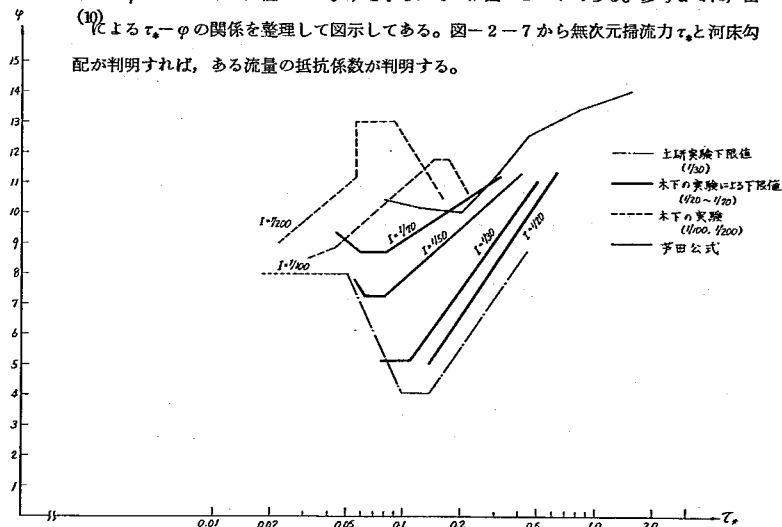


図-2-7 水路実験からの河床勾配ごとの抵抗係数と掃流力との関係

図-2-8 は、洪水波形の流量を流した場合の抵抗係数の変化をみたものである。

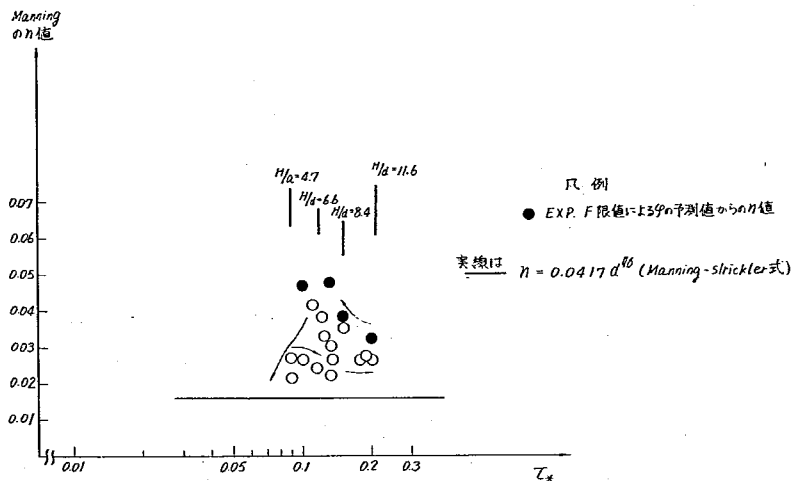


図-2-8 洪水波形 (Peak 10 l/s) の水理実験 (S52826, Free) における抵抗値の変化

抵抗係数が流量によって変ることは容易に想像がつくが、実際どのような流れのときどのような抵抗を有するのかが明確でない。

図-2-8 は、流れが変わることにより抵抗係数がどのように変わるかを示した1つのパターンで、最大流量 (10 l/s) で τ_0 が最大となるが、そのときは水深が時間的に変化しない流れとなるため河床形態の影響を受けないことがわかる。すなわち図-2-7、図-2-8 からは砂礫堆形成にある範囲のあること、河道設計に用いる流れの抵抗として、最大流量がかならずしも最も抵抗係数が小さいとはかぎらないこと、同じ無次元掃流力 τ_* であっても増水期と減水期とは抵抗係数が異なることなどがわかる。

実験時における、平均流速、平均水深等測定に今後より精度の向上の必要があるが、実験結果の整理から、急勾配河川においては、特に中規模河床形態の有無が、流れの抵抗に大きく影響していることが言える。

2-4 現地急勾配河川における水位、流量観測からの流れの抵抗について

現地河川においては、建設省砂防関係工事事務所担当者の御努力により、洪水時の流量および水位観測が実施されている。(附-2…現地における水位、流量観測結果および観測所の位置図参照)ここでは、貴重な資料をいただき、確率流量 1/1 以上の出水時に

ける観測値について整理した。ここで確率流量 $1/1$ 以下を資料として用いなかったのは、確率流量 $1/1$ 以下では τ_b が小さく、実験で示された no motion の領域に入ると考えられたからである。

現地河川での観測資料を整理したのが図-2-9である。

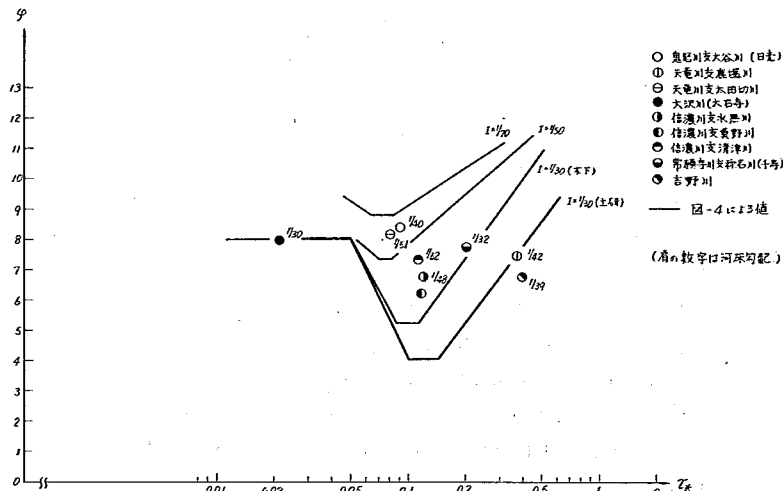


図-2-9 急勾配河川での τ_b - ϕ 図

(流量は確率 $1/1 \sim 1/3$ 程度)

現地観測しかも出水時という異常時の観測であるため、多少のバラッキはあるが、図-2-7で示した河床勾配ごとに整理した水路実験結果とほぼ適合していることが、数少ない資料から言えそうである。しかし、何分にも資料数が少ないので、今後現地での観測資料をまっけて、より充実した検討をしたい。

2-5 急勾配河川(河床勾配 $1/30 \sim 1/100$ 程度)における粗度係数の提案と現地河川への適用例

水路実験結果から整理し、現地河川における検証をふまえた結果から、かなり大胆ではあるが、本文では図-2-7に示された関係図を急勾配河川における抵抗係数としてあつかい、現在流路工設計等において最も多く用いられているManningの粗度係数、砂礫の平均粒径だけの関数として表現されていて比較的計算の容易なStrickler式等これまで

に発表されている粗度係数と本文で提案される抵抗係数から求められる粗度係数との比較を、おこなってみた。

Manning の粗度係数は、土木学会水理公式集によると、山地流路で床面に砂利、玉石若干の大玉石の場合 $n = 0.03 \sim 0.05$ 、大玉石交りの玉石の場合 $n = 0.04 \sim 0.07$ と示されている。

Strickler式は、単に河床材料の粒径のみから表現されていて、 $n = 0.016d^{1/6}$ である。

この他、緩勾配河川でよく用いられる対数則をあげると、 $n = R^{1/6} / \sqrt{g} (6.25 + 5.75 \log R/k_s)$ で示される。

芦田式は緩勾配河川の例として示されるが、図-2-7で示されるように粗度係数としては小さい値を示していて、急勾配河川での適用に問題があると思われたので、検討からはずした。

以上の式について平均粒径 $d_m = 0.3 \text{ m}$ 、平均水深 $H_m = 1 \text{ m}$ と 3 m 、河幅 $B = 50 \text{ m}$ の河川をモデルとして、粗度係数の比較をおこなった。

急勾配河川での研究例からは水山の論文⁽⁷⁾から読みとりで整理に加えた。山口・本田の論文⁽⁵⁾からは、河床勾配 $1/25 \sim 1/100$ の範囲では $\phi = 6.64 \sim 155.39$ とされているが、砂礫堆との関係は不明であり、図には示していない。整理した結果は、図-2-10に示した。

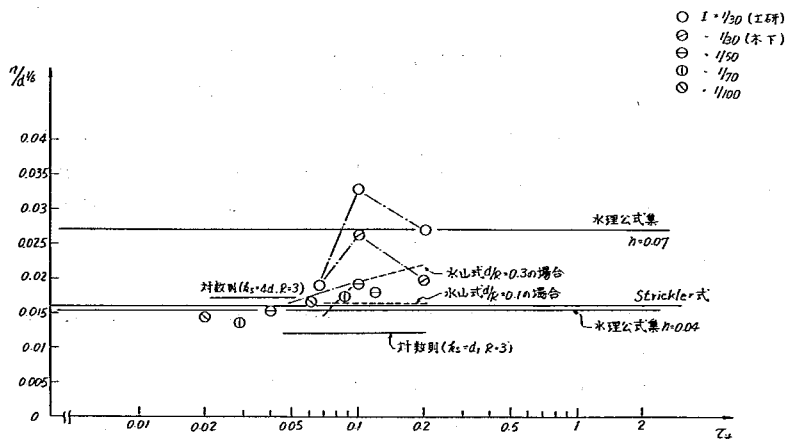


図-2-10 既応文献の粗度係数の比較(例)

($d_m = 300 \text{ mm}$, $H_m = 1 \text{ m}, 3 \text{ m}$, $B = 50 \text{ m}$ の場合)

図-2-10 からまとめられたことは以下のとおりである。

- ① 緩勾配河川に用いられている計算式による粗度の推定は、相対粗度 $k_s = 4d$ とした対数則以外は、一般に粗度係数を過小に評価しているようである。
- ② 他の研究式による予想式は、一般に中規模河床形態としての砂礫堆による粗度の増大に無関係である。
- ③ 河床勾配が $1/100$ より緩な河川での粗度の推定は緩流河川における推定法で適用が可能と思われる。
- ④ 水理公式集で発表されている Manning の粗度には幅がありすぎる。同表は中規模河床形態としての砂礫堆による粗度の増大分を上限値としてとったと考えると、今回の我々の実験結果とよく適合する。

以上を総合して、急勾配河川における粗度係数を決定する際には、計画流量による計画水深を仮定して、無次元掃流力 τ_* を求め、これから抵抗係数 ϕ を決定して（最も安全側の図-2-7 を用いるとよい） n を計算する。そして流量と決定された粗度係数から計画水深を求め、さきに仮定した計画水深に近似しているかどうかを検討する。

特に中規模河床形態としての砂礫堆の影響があるかないかが粗度係数決定の際に大きな問題となることを充分明記すべきであり、現在の段階では砂礫堆が形成される場合に安全側 n 値を求める方法がよいと思われる。

次に、実際河川の適用例を示すことにする。この場合の前提には、第一章でのべた河幅の考え方で検討した結果、例題の計画河幅は、妥当であると考えている。

〔例題1〕

最上川支流立谷沢川瀬場ダム下流に、立谷沢川流路工が計画、施工されている。瀬場ダム下流において粗度係数は、どのような値となるか。計画流量 $900 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、計画河床勾配 $1/49$ 、平均粒径 3.79 cm 、計画河幅 110 m 、計画水深 2 m とする。

計算例

計画水深が 2 m であるから径深 R は

$$\begin{aligned}\therefore R &= B \times H / (2H + B) = 110 \times 2 / (4 + 110) \\ &= 1.9298 (\text{m}) \approx 1.93 (\text{m})\end{aligned}$$

無次元掃流力を求めると

$$\begin{aligned}\tau_* &= R I / S_{dm} = 1.93 \times 1/49 / 1.6 \times 0.379 \\ &= 0.0649\end{aligned}$$

ここで $S = (r_b / r_w - 1) \approx 1.6$ とする

図-2-7 河床勾配 $1/50$ の下限線から $\tau_* = 0.065$ のとき $\phi = 7.3$ が得られる

$\tau_* \leq 0.065$ では、 $\tau_* = 0.065$ のときの φ が最も小さい値となるから、この値が最も小さい値となるから、この値が最大断面となる。

そこで粗度係数には

$$\begin{aligned} n &= R^{1/6} / \sqrt{g} \cdot \varphi = (1.93)^{1/6} / \sqrt{9.8} \times 7.3 \\ &= 1.1158 / 2.28526 = 0.0488 \end{aligned}$$

すなわち粗度係数としては $n = 0.049$

ここで水深の検証をおこなう。水深を H とすると

$$Q = AV$$

$$A = BH = 110 \times H$$

$$V = 1/n \times I^{1/2} \times R^{2/3} = 1/0.049 \cdot \sqrt{1/49} \cdot R^{2/3}$$

$$\therefore Q = 900 = 110 \times H \times 2.9154 \cdot R^{2/3}$$

ここで $H = 2$ 、 $R = 1.93$ を代入すると、右辺は

$$\begin{aligned} 110 \cdot H \times 2.915 \times R^{2/3} &= 220 \times 2.9154 \times 1.55 \\ &= 994 > 990 \text{ (} m^3 / sec \text{)} \end{aligned}$$

ほぼ安全な断面と考えられる

尚、現地河道では、諸事情を考慮して $n = 0.045$ を採用しており、砂礫堆の危険性を考慮してもほぼ妥当な計画であると思われる。

〔例題 2〕

鬼怒川支流大谷川支川稲荷川流路工における、稲荷川第 12 号床固工附近の粗度を推定する。計画流量は、 $190 m^3 / sec$ 、計画河床勾配 $1/20$ 、河幅 $40 m$ 、計画水深 $1.3 m$ 平均粒径 $0.277 m$ (d_{70}) とする。

計算例

$$\text{径深 } R \text{ は、} R = 5^2 / 4 \cdot 2.6 = 1.220 \approx 1.22 \text{ (} m^3 \text{)}$$

$$\begin{aligned} \tau_* \text{ を求めると } \tau_* &= 0.061 / 1.6 \times 0.277 \\ &= 0.1376 \approx 0.14 \end{aligned}$$

図-2-7 から土研 $1/30$ の下限値をとると $\varphi = 4$

$$\therefore n = 1.0337 / 1.252 = 0.083$$

木下の $1/20$ 下限値からは $\varphi = 5$

$$\therefore n = 1.0337 / 1.565 = 0.066$$

この場合、木下の方を採用すると、 $\tau_* \leq 0.14$ では、上記の φ 値が最小値となるのでこの値を用いる。

水深の検討は、 $n = 0.066$ とすると

$$V = 1 / 0.066 \times 0.2236 \times 1.147 = 3.868 \text{ m/sec}$$

$$A = 40 \times 1.3 = 52 \text{ m}^2$$

$$\therefore Q = 201 \text{ m}^3 / \text{sec} > 190 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

ほぼ安全な断面と考えられる

尚、現地計画では、同地点の粗度係数は、 $n = 0.053$ が用いられていて、 $V = 4.816 \text{ m/s}$ となり、 $Q = 250 \text{ m}^3 / \text{sec}$ の断面を有する。

2-6 今後の問題点

砂防工事で対象となる急勾配河川（河床勾配 $1/20 \sim 1/100$ ）における粗度係数について、現地観測資料をふまえて、図-2-7 による推定法を提案した。

この意味は、特に中規模河床形態としての砂礫堆の存在による粗度係数の増加分を充分考慮する必要性を述べたもので粗度係数としては、いわゆる flat bed と砂礫堆の発生している領域での河床の粗度は、水理公式集で表示してある Manning の n 値の範囲とほぼ一致すると考えられる。そこで、水理公式集の粗度係数を使うことは問題ないが、水理公式集の粗度には幅があるので、現地適用においては、砂礫堆の影響を考慮することが必要であるが、その検討方法は今後の検討事項である。

また、現地の流路工をみると、草や時にはかん木まではえている例がある（図-2-11 参照）。

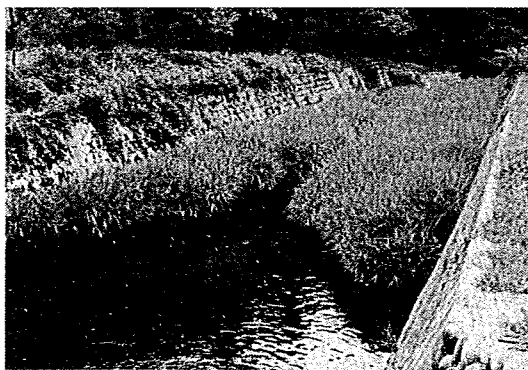


図-2-11 流路工内の植生状態

図のような流路に出水があると当然、抵抗値は当初の植生のない時の抵抗値と異なってくる。

植生水路の研究については、その概要がChen⁽¹²⁾によってまとめられており、抵抗値の変化については、我が国においても建設省技術研究会の河川部門⁽¹³⁾において検討されたことがあるが、いまだ確立されたものはなく、今後の研究課題といえよう。

急勾配河川においては、流量の大きい出水の時の水位流量観測例が少ないので、最後に急勾配河川における現地観測資料の充実を現地の関係者をお願いする次第である。

参考文献

- (1) Task Force on Friction Factors in Open Channels of the
Committee Friction Factors in Open Channels Proc of A, S,
C, E HY2 Mar 1963
- (2) 水理委員会移動床流れの抵抗と河床形状研究小委員会
移動床流れにおける河床形態と粗度
土木学会論文報告集 第210号 1973.2
- (3) 平山 平, 浅沼三郎
溪床の粗度係数について
新砂防 №22
- (4) 山口伊佐夫, 本田考夫
溪流における流速式の検討(第1報)
新砂防 87 S48.3
- (5) たとえば, 岩垣, 芦田, 椿・古屋による研究などがある。
- (6) 岩元 賢, 平野宗夫
礫床河川の抵抗に関する基礎的研究
S52年度砂防学会講演会概要集 S52.6
- (7) 水山高久
山地河川の掃流砂に関する研究
京大学位論文 S52.1
- (8) 芦田和男, 道上正規
移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究
土木学会論文報告集 第206号 1972.10
- (9) 泉 岩男, 池谷 浩, 伊巻幹雄

溪床の変動に関する研究 土木研究所S51年度年報 S52.6

(10) 木下良作

石狩川河道変遷調査—参考編—

科学技術庁資源局資料 第36号 S37.12

(11) 芦田和男

河道の設計法(4)

土木技術資料 1-7 S34

(12) Cheng-lung Chen

Flow Resistance in Broad Shallow Grassed Channels

A, S, C, E, HY3 Mar. 1976

(13) 土屋昭彦, 馬場洋二

河川の粗度に関する研究

建設省技術研究会概要 S45.11

附 - 1 河幅に関する文献のデータ

(注) 資料の表は流量 Q , 河幅 B および備考欄について原文から $m\text{-sec}$ 単位に換算して記入してある。

尚, $Q^{1/2}$ および α 値は筆者による計算値である。

CHOP(1961) DATA^(a)

3% 1

Ran. no.	Q _{amp}	Q%	B(m)	$d = \frac{B}{\sqrt{Q}}$	備 考
1	334.8	12.39	108.50	5.93	
2	361.8	19.02	109.42	5.75	
3 *	150.6	12.27	59.43	4.84	
4 *	185.9	12.59	70.71	5.20	*印15區滿水性1交路E.S.J
5	405.0	20.12	102.81	5.40	
6 *	50.7	7.12	39.31	5.52	
7 *	151.2	12.29	60.96	4.86	
8 *	190.6	12.80	76.93	5.21	
9	320.7	19.51	119.72	5.62	
10	39.1	6.25	68.88	11.02	
11	80.1	2.85	60.65	6.77	
12 *	140.4	11.24	97.25	4.04	
13 *	190.6	14.05	70.71	15.02	
14 *	23.7	4.26	21.79	4.88	
15 *	48.3	6.85	37.79	5.62	
16	62.7	7.22	39.34	9.92	
17 *	120.7	13.73	61.18	5.02	
18 *	323.4	19.52	97.52	4.89	
19	9.6	2.10	21.54	6.85	
20 *	52.9	7.27	32.70	15.22	
21 *	52.9	7.27	39.21	15.00	
22	108.0	11.36	42.15	4.22	
23	136.6	11.62	46.93	4.01	
24 *	247.2	15.22	77.24	5.02	
25 *	51.2	7.16	39.31	5.69	
26	241.9	15.55	72.02	5.01	
27 *	241.0	15.45	72.02	4.83	
28 *	24.3	4.93	21.48	4.35	
29 *	26.2	5.12	21.79	4.25	
30 *	49.6	7.04	39.01	5.54	
31 *	255.2	16.31	81.62	5.00	
32	345.6	22.59	115.82	6.22	
33	389.1	18.84	115.82	6.11	
34 *	320.7	19.51	93.87	4.21	
35	117.1	10.22	42.06	8.67	
36	123.8	12.55	95.09	7.01	
37	269.4	16.41	74.79	5.77	
38	74.7	2.64	90.62	10.67	
39	81.8	9.04	61.66	6.21	
40	126.8	11.7	60.35	5.51	
41 *	167.4	12.93	63.09	4.87	
42	122.3	12.53	73.87	6.22	
43 *	378.0	19.44	104.54	5.37	
44	22.5	9.41	60.65	6.44	

C HOP (1961) DATA ⁽¹⁰⁾

Sta. 2

	Q ₁₀₀	Q ₅	B (m)	$d = \frac{B}{Q}$	備	考
45	104.4	10.22	93.26	9.12		
46	128.6	11.38	88.46	4.25		
47	126.3	11.62	88.46	4.15		
48	197.3	14.84	96.31	6.86		
49	96.1	9.20	101.19	10.32		
50 *	104.4	10.22	61.56	6.02		
51	136.6	11.68	52.21	4.89		
52 *	152.2	12.34	53.82	4.76		
53	188.4	15.68	102.71	7.29		
54	276.0	16.62	105.46	6.41		
55 *	372.6	18.30	86.40	4.74		
56	138.6	11.12	67.25	4.30		
57	136.3	11.70	62.17	5.31		
58	310.5	17.62	104.2	5.71		
59	391.5	17.28	116.6	5.59		
60	112.0	10.58	101.2	9.47		
61 *	142.1	11.86	58.74	4.79		
62 *	151.4	12.30	65.77	4.53		
63	132.9	11.12	66.65	5.44		
64	412.5	20.85	115.2	5.63		
65	112.5	10.61	57.7	5.63		
66	121.2	11.25	57.6	5.03		
67	122.0	11.49	66.3	5.25		
68	144.4	12.01	106.8	3.47		
69 *	144.7	12.02	57.9	4.81		
70 *	142.3	11.85	57.9	4.84		
71 *	147.5	12.23	58.2	4.81		

Haynie & Simons's Data ^(h)

No. 3

NE	Q(m ³)	QK	D(m)	$d = \frac{B}{\sqrt{Q}}$	附注	
1	968.3	92.45	515.72	5.23		
2	1844.2	137.26	532.49	3.91		
3	2660.1	142.53	542.54	3.77	(Mississippi River data)	
4	1263.6	112.40	532.18	4.72		
5	1044.8	102.22	523.03	5.11		
6	607.5	77.84	501.70	6.42		
7	1212.8	124.28	525.46	4.26		
8	534.6	73.11	502.31	6.87		
9	550.8	74.21	502.12	6.83		
10	650.8	87.14	487.73	7.41		
11	201.7	44.91	474.87	10.62		
12	182.2	42.62	472.12	11.06		
13	162.4	40.21	470.61	11.50		
14	622.3	68.51	482.26	7.09		
15	531.8	72.92	482.34	6.83		
16	622.3	65.52	486.15	7.41		
17	212.2	46.61	470.81	10.15		
18	370.6	61.04	481.32	7.28		
19	210.5	45.72	472.74	11.42		
20	577.2	74.51	484.32	6.50		
21	785.7	88.62	502.62	5.74		
22	161.4	40.17	458.63	11.84		
23	148.0	38.61	460.24	11.82		
24	688.3	82.62	505.72	6.16		
25	404.4	62.14	507.43	7.30		
26	584.0	72.07	501.42	6.50		
27	200.0	44.72	464.51	10.38		
28	464.4	62.14	484.32	7.25		
29	264.5	60.27	486.86	8.05		
30	288.3	54.24	472.82	8.01		
31	827.2	91.42	512.84	5.52		
32	624.5	77.65	482.16	6.18		
33	652.7	80.66	502.02	6.30		

Schumm Data (1960)

No. 4

1c	Q max	Q% max	Q mean	Q% mean	B(t)	d max	d mean	Silt (lay n% (6)
	m/s		m/s					
15	116.1	10.77	2.38	1.54	20.34	2.63	10.40	93
16	35.1	5.82	0.28	0.54	9.35	1.64	17.22	24
17	216.0	14.68	4.07	2.01	24.99	1.70	12.43	80
18	18.0	13.74	15.56	2.28	34.13	2.42	27.20	90
19	70.2	2.37	0.28	0.84	13.71	1.63	14.58	32
20	68.6	6.97	2.88	1.73	13.10	1.22	7.57	87
21	36.4	6.03	1.05	1.02	7.82	1.31	7.76	86
22	27.0	5.18	0.77	0.28	12.18	2.34	13.25	95
23	12.1	3.42	0.33	0.52	8.53	2.45	14.70	94
24	22.8	4.70	2.72	1.65	10.87	2.28	6.64	93
25	18.6	4.31	0.15	0.38	2.22	1.20	21.07	81
26	55.8	2.34	1.16	1.07	13.71	1.77	12.21	81
27	56.1	3.48	0.65	2.11	40.52	5.21	20.55	80
28	22.7	4.27	0.55	0.74	7.62	1.56	10.20	86
29	284.3	17.15	2.15	2.85	28.30	5.20	31.33	88
30	80.2	8.84	3.05	1.74	67.36	6.77	32.71	56
31	156.6	12.51	1.76	1.32	105.65	8.40	78.65	30
32	216.0	14.68	5.20	2.40	35.05	2.32	14.60	76
33	240.4	15.76	8.47	2.81	20.04	1.77	8.63	96
34	182.2	13.5	8.12	3.02	21.53	1.55	6.86	25
35	310.5	17.62	33.25	5.81	38.1	2.16	6.55	87
36	351.0	12.73	38.25	6.36	46.6	2.42	7.44	90
37	1022.0	32.44	112.74	10.28	182.2	5.87	17.79	83
38	1286.0	36.0	128.18	11.78	242.2	6.77	20.67	57
70	201.1	14.18	12.6	2.55	84.6	4.55	18.18	
71	17.2	4.15	0.2	0.8	10.6	2.57	11.7	
72	83.1	8.65	10.2	3.28	30.4	3.15	8.24	
73	68.1	7.00	7.0	2.64	27.7	3.86	10.42	
74	130.5	11.51	16.2	4.03	30.4	2.64	7.56	
75	14.1	3.75	0.2	0.8	17.5	5.20	21.18	
76	81.0	8.00	0.2	0.8	152.4	16.83	16.22	
77	120.5	12.2	2.6	1.62	21.8	1.66	13.5	
78	306.4	17.5	18.6	6.82	32.7	2.21	8.75	
79	127.8	12.56	4.0	2.01	53.8	4.28	26.81	
80	232.2	15.23	10.3	3.21	51.2	3.40	16.13	
81	34.5	5.07	0.2	0.47	22.6	15.11	122.70	

Simons & Albertson (1960) ⁽⁶⁾ Data

51% 5

N ^o	Q (wt%)	Q ^{1/2}	P (wt)	α	170	3%
1	3.188	1.787	2.229	4.63		粘着性
2	20.221	4.562	12.217	4.136		粘着性
3	27.237	5.216	24.328	4.62		粘着性
4	12.215	3.466	13.411	3.268		粘着性
5	15.556	3.940	14.328	3.861		粘着性
6	26.650	5.164	26.212	5.176		粘着性
7	2.822	1.680	16.363	5.220		粘着性
8	15.257	3.907	16.654	3.116		粘着性
9	4.320	2.077	17.411	6.453		粘着性
10	4.570	2.142	12.039	5.620		粘着性
11	5.365	2.312	14.020	6.664		粘着性
12	22.241	4.722	12.228	3.246		硬床
13	20.227	4.502	12.228	4.062		硬床
14	22.052	4.706	12.678	3.510		粘着性
15	1.62	1.274	16.468	4.070		粘着性
16	1.425	1.192	4.267	3.503		粘着性
17	1.512	1.229	2.962	3.223		粘着性
18	1.161	1.077	3.21	3.537		粘着性
19	5.346	2.312	8.323	3.625		粘着性
20	6.322	2.524	9.185	3.622		粘着性
21	3.051	1.766	6.076	3.471		粘着性
22	6.102	2.470	1.493	6.046		粘着性
23	7.261	2.700	2.103	6.719		粘着性
24	4.86	2.202	2.99	4.077		粘着性

Leopold & Miller Data ⁽⁹⁾

No. 6

河川名	Q (0%)	Q _{1/2}	B (m)	d	集水年月日	集水時刻	備考
Meet John Wick	0.09	0.20	1.27	4.57	1952.8.2	5 ^h 26 ^m	peak
	0.06	0.24	1.21	5.08	"	5.33	
	0.03	0.17	1.09	6.45	"	5.35	
	0.02	0.14	1.06	7.62	"	5.38	
	0.0083	0.09	0.82	8.14	"	5.41	
	0.0037	0.06	0.64	10.66	"	5.46	
Canada Archa	1.08	1.03	17.67	17.16	1952.7.26	1.30	
near El Rancho	4.67	2.16	30.48	14.11	"	?	Peak
Montoso	0.07	0.27	5.48	20.32	"	1.40	
Archa Chiguita	0.58	0.76	4.26	5.61	1952.8.9	2.05	
	0.30	0.54	3.96	7.33	"	2.08	
	0.08	0.28	3.35	11.97	"	2.15	
Rio Santa Fe	3.40	1.84	24.38	13.25	1952.7.28	2.50	
	2.13	1.46	20.72	14.19	"	2.57	
	1.08	1.03	17.37	16.86	"	2.49	
Rio Galista	1.78	1.33	24.07	18.10	1952.7.7	2.30	
	21.6	4.64	33.52	7.22	"	3.15	
Tributary to	0.05	0.23	2.13	9.27	1952.6.29	2.35	
Hermanns Arroyo	0.0037	0.06	0.85	14.23	"	?	
Arroyo de los	3.24	1.80	13.19	6.77	1952.7.3	5.55	
Chamisos	1.53	1.24	10.87	8.84	"	6.05	
	0.25	0.50	9.75	19.50	"	6.20	

附－２ 現地における水位・流量観測結果 および観測所の位置図

地 建 名	事 務 所 名	資料数	摘 要
東北地建	福島工事事務所	使用せず	勾配緩のため
	新庄工事事務所	0	資料なし
関東地建	日光砂防工事事務所	12	
	利根水系砂防工事事務所	使用せず	粒径，単重，河幅等不明のため
	富士川砂防工事事務所	使用せず	流量不明のため
	渡良瀬川工事事務所	使用せず	勾配緩のため
北陸地建	湯沢砂防工事事務所	27	
	立山砂防工事事務所	17	
	荒川砂防工事事務所	使用せず	流量が $\frac{1}{2}$ 以下の小出水のため
	神通川砂防工事事務所	使用せず	粒径，単重等不明のため
中部地建	天竜川上流工事事務所	105	
	富士砂防工事事務所	13	
	沼津工事事務所	使用せず	勾配不明，流量少のため
近畿地建	六甲砂防工事事務所	使用せず	粒径，単重等不明のため
	木津川上流工事事務所	使用せず	
	琵琶湖工事事務所	使用せず	粒径，単重等不明のため
中国地建	倉吉工事事務所	0	資料なし
四国地建	吉野川砂防工事事務所	5	
九州地建	松山工事事務所	使用せず	勾配緩のため
	川辺川工事事務所	使用せず	勾配緩のため
	宮崎工事事務所	使用せず	勾配緩のため

(注) 記入した事務所以外の事務所からは回答が得られなかった。

南東地建 日光砂防工事事務所

資料 番号	(1) 調査 年月日	(2) 水位 H (m) 測定 方法	(3) 河幅 B (m) R (m)	(4) 径深 R (m) I	(5) 河床 勾配 I	(6) 掃流力 U_b (m/sec)	(7) 底流速 U_m (m/sec)	(8) 平均流速 U_m (m/sec)	(9) ϕ	(10) 粒 径 d (mm) d modal mean (mm)	(11) 流量 Q (m³/sec)	(12) H/d	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	46.8.31 13時	1.38 普通	(36.6) 160	1.48	0.025	0.60	0.08	4.76	砂子	7.93	326.7	5.45	23.17	1.217	6.98×10^4		水位観測点 日本国工
2	46.8.31 14時	1.47 "	(36.5) 160	1.39	0.025	0.58	0.07	3.76	"	6.48	240.4	5.07	24.83	0.991	5.17×10^4		"
3	46.8.31 15時	1.44 "	(36.4) 160	1.36	0.025	0.58	0.07	3.69	"	6.36	231.3	4.97	25.28	0.982	4.97×10^4		"
4	46.8.31 16時	1.30 "	(36.3) 160	1.24	0.025	0.55	0.06	3.23	"	5.87	182.8	4.48	27.92	0.975	3.97×10^4		"
5	46.8.31 17時	1.30 "	(36.3) 160	1.24	0.025	0.55	0.06	4.01	"	7.29	226.3	4.48	27.92	1.123	4.92×10^4		"
6	46.8.31 18時	1.31 "	(36.3) 160	1.25	0.025	0.55	0.07	4.28	"	7.78	244.1	4.52	27.71	1.195	5.30×10^4		"
7	46.8.31 19時	1.40 "	(36.4) 160	1.32	0.025	0.57	0.07	4.06	"	7.12	246.9	4.83	26.00	1.096	5.31×10^4		"
8	46.8.31 20時	1.26 "	(36.3) 160	1.20	0.025	0.54	0.06	4.12	"	7.63	225.2	4.34	28.81	1.172	4.90×10^4		"
9	46.8.31 21時	1.00 "	(36.0) 160	0.97	0.025	0.49	0.05	4.16	"	8.49	180.3	3.45	36.00	1.329	4.00×10^4		"
10	47.9.16 23時	1.75 "	(36.8) 160	1.61	0.026	0.64	0.09	5.78	"	9.03	436.7	6.31	21.03	1.396	9.21×10^4		"
11	47.9.17 1時	1.83 "	(36.8) 160	1.68	0.026	0.65	0.09	5.46	"	8.40	432.8	6.31	20.77	1.257	9.08×10^4	0	"
12	47.9.17 3時	1.45 "	(36.5) 160	1.35	0.026	0.59	0.07	4.08	"	6.92	253.7	5.00	25.17	1.082	5.45×10^4		"

湯泥砂防工事事務所

(1) 資料 番号	(2) 調査 年月日	(3) 水位 H (cm)	(4) 河幅 B (cm)	(5) 水深 R (cm)	(6) 河床 T	(7) 断面力 H ₁ H ₂ H ₃	(8) 平均流速 V ₁ V ₂ V ₃	(9) Q (cc)	(10) 粒 径			(11) 流量 Q (cc)	(12) H / d ₉₀	(13) B / H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形状	(17) 備考	
									d _{max} (mm)	d _{mean} (mm)	d _{min} (mm)								
1	49.8.26 15時	154	22.6	0.65	0.019	0.35	6.75	2.26	砂子	6.46		0.1	33.28	15.4	14.68	0.581	1.45 ×10 ⁶		水無川 大倉観測所
2	49.8.26 15時	175	23.4	0.85	0.020	0.41	6.13	2.60	"	6.34		"	51.87	17.5	13.37	0.628	2.19 ×10 ⁶		石巻川上 谷田一宮所
3	49.8.26 16時	200	24.4	0.98	0.021	0.45	0.117	3.05	"	6.78		"	73.19	20.0	12.20	0.689	2.96 ×10 ⁶		〇
4	50.9.12 13時	145	22.3	0.65	0.020	0.36	0.171	1.80	"	5.00		"	26.28	14.5	15.38	0.478	1.16 ×10 ⁶		
5	50.9.12 16時	153	22.6	0.75	0.019	0.37	0.186	1.94	"	5.24		"	33.06	15.3	14.77	0.501	1.44 ×10 ⁶		
6	51.9.19 10時	227	23.2	0.79	0.018	0.37	0.190	2.48	"	6.70		"	45.68	22.7	10.22	0.526	1.94 ×10 ⁶		
7	51.9.19 11時	218	22.8	0.71	0.018	0.35	0.171	2.64	"	7.54		"	42.57	21.8	10.46	0.571	1.81 ×10 ⁶		
8	51.9.9 12時	182	21.1	0.61	0.019	0.34	0.170	1.66	"	4.88		"	21.27	18.2	11.59	0.393	1.09 ×10 ⁶		

46.2

项目	(1) 调查 年月日	(2) 水位 H (m) 测定方法	(3) 河幅 B (cm)	(4) 水深 R (cm)	(5) 河底 I	(6) 测流点 流量配	(7) 测流点 流量配	(8) 平均流速 V (m/sec)	(9) 流速 V (m/sec)	(10) 粒径 d _{max} d _{mean} (cm)	(11) 流量 Q (m ³ /sec)	(12) H/d _m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形态	(17) 备注
9	4.8.26 15时	108 自记 (纸浮式)	83.9	1.29	0.022	0.53	0.17	3.29	5.71	0.1	356.39	10.8	77.69	1.011	2.20 ×10 ⁶	清野川	大河内測所 50m以上 (注: 50m以上)
10	4.8.26 16时	090	83.0	1.15	0.021	0.49	0.15	2.80	5.71	"	268.36	9.0	92.89	0.943	3.19 ×10 ⁶		
11	4.8.26 17时	078	83.2	0.86	0.020	0.41	0.10	2.50	6.10	"	179.27	7.3	113.97	0.935	2.13 ×10 ⁶		
12	4.8.26 17时	067	82.8	0.71	0.020	0.37	0.09	2.17	5.86	"	127.71	6.7	123.58	0.847	1.53 ×10 ⁶		
13	5.1.7.19 10时	081	38.4	0.59	0.009	0.23	0.03	1.32	5.74	"	30.11	8.1	47.41	0.469	0.77 ×10 ⁶	清野川	大河内測所 50m以上 (注: 50m以上)
14	5.1.7.19 12时	090	38.8	0.65	0.008	0.23	0.03	1.63	7.09	"	41.05	9.0	43.11	0.549	1.05 ×10 ⁶		
15	5.1.7.19 15时	070	36.2	0.50	0.007	0.21	0.03	1.31	6.24	"	25.06	7.0	54.57	0.500	0.65 ×10 ⁶		
16	5.1.9.9 12时	120	39.4	0.84	0.008	0.26	0.04	2.27	8.73	"	74.74	12.0	32.83	0.662	1.89 ×10 ⁶		
17	5.1.9.9 13时	111	31.1	0.77	0.008	0.25	0.04	1.97	7.88	"	59.37	11.1	35.23	0.577	1.50 ×10 ⁶		
18	5.1.9.9 15时	088	36.6	0.63	0.009	0.24	0.03	1.42	5.92	"	34.40	8.8	43.86	0.484	0.89 ×10 ⁶		
19	5.1.9.9 17时	074	32.2	0.52	0.009	0.24	0.03	1.27	6.05	"	25.37	7.4	51.62	0.472	0.65 ×10 ⁶		
20	5.1.7.19 11时	158	23.5	1.22	0.015	0.42	0.10	2.71	6.45	"	77.62	15.8	14.87	0.689	3.27 ×10 ⁶	清野川	大河内測所 50m以上 (注: 50m以上)
21	5.1.7.19 12时	168	24.0	1.30	0.015	0.44	0.12	2.83	6.43	"	88.70	16.8	14.29	0.698	3.64 ×10 ⁶	清野川	大河内測所 50m以上 (注: 50m以上)
22	5.1.7.19 13时	202	25.6	1.61	0.016	0.50	0.12	3.66	7.32	"	150.22	20.2	12.67	0.823	5.83 ×10 ⁶		
23	5.1.7.19 16时	186	24.8	1.46	0.016	0.48	0.14	3.11	6.48	"	112.35	18.6	13.33	0.728	4.50 ×10 ⁶		
24	5.1.7.19 18时	158	23.4	1.21	0.015	0.42	0.11	2.85	6.77	"	80.37	15.8	14.81	0.724	3.41 ×10 ⁶		
25	5.1.9.9 10时	142	22.8	1.09	0.016	0.41	0.11	2.54	6.20	"	63.01	14.2	16.06	0.881	2.74 ×10 ⁶		
26	5.1.9.9 12时	123	22.2	1.02	0.017	0.41	0.11	2.00	4.88	"	45.23	12.3	18.05	0.576	2.02 ×10 ⁶		
27	5.1.9.9 14时	113	21.6	0.89	0.017	0.39	0.09	1.71	4.38	"	33.13	11.3	19.12	0.514	1.51 ×10 ⁶		

北陸地建

立山砂防工事事務所

資料 番号	(1) 調査 年月日	(2) 水位 H (m) 測定 方法	(3) 河幅 B(cm)	(4) 河深 R(cm)	(5) 河床 勾配 $\frac{1}{L}$	(6) 掃流力 U _{cr} (kg)	(7) 掃流力 U _{cr} (kg)	(8) 平均流速 U _{av} (m/s) 測定 方法	(9) Q _{av} (m³/s)	(10) 粒 径 d max (mm) d mean (mm) 測定 方法	(11) 流量 Q(m³/s)	(12) H/dm	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	41.6.25	073 普通	53.0	0.71	$\frac{1}{111}$	0.250	0.129	2.98 砂子	11.92	0.24 四分法	115.4	24.33	72.60	1.114	2.09 $\times 10^6$		小見地点 (本川)河床上
2	42.8.29	200 "	89.1	1.20	"	0.325	0.218	3.51 "	10.80	" "	392.7	66.67	44.55	0.993	4.17 $\times 10^6$		"
3	44.4.24	069 "	42.5	0.67	$\frac{1}{94}$	0.269	0.149	2.84 "	10.56	" "	73.4	23.00	61.59	1.092	1.88 $\times 10^6$		"
4	44.5.6	079 "	42.6	0.76	$\frac{1}{111}$	0.259	0.138	2.75 "	5.20	" "	95.7	26.33	53.92	0.988	2.07 $\times 10^6$		"
5	44.6.30 M 7.10.10	087 "	69.3	0.81	$\frac{1}{91}$	0.296	0.180	2.36 "	7.97	" "	135.7	29.00	79.66	0.808	1.89 $\times 10^6$		"
6	44.7.2 M 7.10	120 "	78.8	0.98	$\frac{1}{100}$	0.310	0.198	2.46 "	7.94	" "	194.8	40.00	65.67	0.717	2.37 $\times 10^6$		"
7	44.8.5 M 7.15	130 "	80.0	0.81	"	0.282	0.164	3.14 "	11.13	" "	208.6	43.33	61.54	0.880	2.52 $\times 10^6$		"
8	44.8.8 M 7.15	195 "	93.0	1.01	$\frac{1}{149}$	0.263	0.143	3.94 "	14.98	" "	385.6	65.00	47.67	0.901	3.94 $\times 10^6$		"
9	44.8.9 M 7.15	102 "	74.2	0.81	$\frac{1}{71}$	0.333	0.229	2.74 "	8.23	" "	169.6	34.00	72.75	0.867	2.20 $\times 10^6$		"
10	44.8.25 M 7.15	133 "	61.3	0.87	$\frac{1}{112}$	0.277	0.095	4.84 "	17.47	0.33 0.05	267.8	26.60	46.09	1.341	4.17 $\times 10^6$		"
11	44.8.29 M 7.10	174 "	63.9	1.30	"	0.339	0.442	3.91 "	11.53	" "	367.7	34.80	36.72	0.947	5.03 $\times 10^6$		"
12	44.9.6 M 7.10	032 "	54.6	0.59	$\frac{1}{113}$	0.228	0.064	2.51 "	11.01	" "	88.7	6.40	170.63	1.417	1.49 $\times 10^6$		"
13	51.6.11 M 7.10	082 "	30.0	0.89	$\frac{1}{33}$	0.512	0.135	2.32 "	4.53	0.47 0.12	51.4	6.83	36.59	0.818	2.04 $\times 10^6$		干井地点 (新島川)河床上
14	51.8.5 M 7.10	180 "	36.0	0.95	"	0.529	0.144	3.56 "	6.73	" "	231.0	15.00	20.00	0.848	3.35 $\times 10^6$		"
15	51.8.14 M 7.10	280 "	60.0	1.33	"	0.625	0.202	4.83 "	7.73	" "	406.0	23.33	21.03	0.922	6.36 $\times 10^6$		○ "
16	51.8.14 M 7.10	244 "	46.0	1.18	$\frac{1}{36}$	0.569	0.134	4.78 "	8.43	0.75 0.15	279.7	16.00	19.17	0.986	5.58 $\times 10^6$		干井地点(本川) 河床上
17	51.9.14 M 7.15	195 "	20.0	0.90	$\frac{1}{36}$	0.497	0.102	3.97 "	7.99	" "	117.5	13.00	10.26	0.908	3.54 $\times 10^6$		"

荒川砂防工事事務所

資料 番号	(1) 調査 年月日	(2) 水位 H (cm) 測定 方法	(3) 河幅 B (cm)	(4) 河深 R (cm)	(5) 河床 勾配 I	(6) 流速 測定 方法	(7) 流速 測定 方法	(8) 平均流速 V _{平均} (cm/s)	(9) 流速 測定 方法	(10) 粒径 測定 方法	(11) 流量 Q (m³/sec)	(12) 水深 H _水 (cm)	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	50.12.20 16.05	0.40 量水標	24.0	0.39	1/3	0.229	0.199	0.68	2.97	0.12 0.02 四方型	3.30	20.0	60.00	0.344	0.26 x 10 ⁶	砂礫	±0.25% S = 1.3%
2	51.3.16 14.04	0.46	30.0	0.45	"	0.246	0.230	0.71	2.89	" " "	5.08	23.0	65.22	0.334	0.32 x 10 ⁶	"	±0.25% S = 1.3%
3	51.8.6 11.04	1.22	37.7	1.15	"	0.393	0.388	1.53	3.89	" " "	52.06	61.0	30.90	0.443	1.74 x 10 ⁶	+	
4	51.8.6 13.04	0.88	36.0	0.84	"	0.336	0.429	1.15	3.42	" " "	27.30	44.0	40.91	0.392	0.96 x 10 ⁶	"	
5	51.8.6 14.04	0.81	35.8	0.77	"	0.322	0.394	1.25	3.88	" " "	27.99	40.5	44.20	0.444	0.95 x 10 ⁶	"	
6	51.8.6 15.04	0.77	35.4	0.74	"	0.315	0.378	1.19	3.78	" " "	23.83	38.5	45.97	0.443	0.87 x 10 ⁶	"	
7	51.8.6 17.04	0.79	35.2	0.67	"	0.300	0.342	1.11	3.70	" " "	20.37	35.0	50.29	0.424	0.74 x 10 ⁶	"	

中部地建

天龍川上流工事事務所

(1) 資料 番号	(2) 調査 年月日時	(3) 水位 H (m)	(4) 河幅 B (m)	(5) 水深 R (m)	(6) 河床 I (勾配)	(7) 流速 U (m/s)	(8) 平均流速 U _{平均} (m/s)	(9) 流速 g (m/s)	(10) 粒 径			(11) 流量 Q (m³/s)	(12) H/d _m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形状	(17) 備考	
									d _{max} (mm)	d _{mean} (mm)	測定 方法								
1	50.7.10 13:50	0.75	14.2	0.68	1/22	0.234	0.085	2.64	砂子	11.297	0.221	0.042	25.6	17.90	18.88	0.993	1.78 ×10 ⁶	上砂礫の多い 河床 E _{平均} 2.56	
2	50.7.10 14:50	0.72	"	14.0	0.65	1/11	0.240	0.089	2.98	"	12.437	"	"	27.2	17.06	19.54	1.125	1.93 ×10 ⁶	高干川
3	50.7.10 15:50	0.70	"	14.0	0.64	1/14	0.235	0.086	2.82	"	12.011	"	"	25.2	16.77	19.88	1.073	1.79 ×10 ⁶	"
4	50.7.10 13:52	0.94	"	13.2	0.82	1/4	0.243	0.273	2.84	"	6.415	0.207	0.06	30.6	15.61	14.10	0.938	2.31 ×10 ⁶	上砂礫の多い 河床 2.22
5	50.7.10 14:52	0.90	"	13.1	0.79	"	0.435	0.263	2.74	"	6.306	"	"	28.5	14.77	14.58	0.924	2.14 ×10 ⁶	虎造川
6	50.7.10 15:52	0.87	"	13.1	0.78	"	0.432	0.260	2.57	"	5.952	"	"	26.2	14.76	14.80	0.873	1.98 ×10 ⁶	"
7	50.7.10 13:55	0.48	"	7.15	0.47	1/51	0.201	0.135	2.50	"	8.320	0.311	0.05	83.45	9.53	14.8.96	1.157	1.18 ×10 ⁶	上砂礫の多い 河床 2.36
8	50.7.10 14:56	0.46	"	67.3	0.45	"	0.294	0.127	2.52	"	8.571	"	"	79.60	9.12	15.0.65	1.192	1.12 ×10 ⁶	小沢川
9	50.7.10 14:57	0.41	"	68.6	0.41	1/50	0.284	0.120	2.67	"	9.418	"	"	79.97	8.30	16.9.76	1.324	1.08 ×10 ⁶	"
10	50.8.23 11:02	0.69	"	14.2	0.63	1/78	0.280	0.122	3.10	"	11.057	0.221	0.042	27.8	16.46	20.58	1.191	1.73 ×10 ⁶	高干川
11	50.8.23 18:02	0.66	"	14.1	0.60	1/6	0.278	0.120	3.27	"	11.754	"	"	27.7	15.61	21.50	1.290	1.94 ×10 ⁶	"
12	50.8.23 18:32	0.64	"	14.0	0.64	1/77	0.274	0.117	3.35	"	12.226	"	"	27.6	15.34	21.73	1.333	1.96 ×10 ⁶	"
13	50.8.23 17:05	1.07	"	13.4	1.07	1/44	0.453	0.286	2.74	"	6.053	0.207	0.06	33.7	17.77	12.57	0.848	2.50 ×10 ⁶	鹿塩川
14	50.8.23 18:05	0.95	"	13.4	0.95	1/42	0.435	0.264	2.75	"	6.323	"	"	30.5	15.79	14.15	0.903	2.76 ×10 ⁶	"
15	50.8.23 18:37	0.99	"	13.4	0.97	1/42	0.448	0.280	2.88	"	6.429	"	"	33.4	16.44	13.58	0.916	2.45 ×10 ⁶	"
16	50.8.23 18:08	1.42	"	77.8	0.42	1/86	0.219	0.072	2.84	"	12.980	0.311	0.05	44.17	8.27	190.00	1.393	1.18 ×10 ⁶	小沢川
17	50.8.23 18:38	0.36	"	74.7	0.36	1/87	0.201	0.061	2.76	"	13.704	"	"	44.14	7.77	207.5	1.462	1.13 ×10 ⁶	"

资料 序号	(1) 调查 年月日	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 B (m)	(4) 河宽 R (m)	(5) 河床 T (m)	(6) 流速 U (m/s)	(7) 流量 Q (m³/s)	(8) 平均流速 V (m/s)	(9) g	(10) 粒 径	(11) 流量 Q (m³/s)	(12) H/dm	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形状	(17) 备注
18	50.8.23 18:38	0.35	64.2	0.35	1/64	0.191	0.055	2.68	14.031	0.21	0.05	60.18	7.08	18.43	1.439	0.93 x10 ⁶	11.5
19	51.6.25 15:00	0.52	13.4	0.48	1/64	0.252	0.099	2.83	11.226	0.221	0.042	18.40	12.31	25.94	1.254	1.87 x10 ⁶	11.5
20	51.6.25 15:30	0.52	13.3	0.48	1/76	0.249	0.096	2.80	11.254	"	"	17.89	12.31	25.77	1.244	1.33 x10 ⁶	"
21	51.6.25 16:00	0.51	13.3	0.47	1/75	0.248	0.096	2.91	11.743	"	"	18.37	12.04	26.34	1.307	1.35 x10 ⁶	"
22	51.6.25 16:30	0.51	13.3	0.47	1/77	0.242	0.091	2.87	11.884	"	"	18.01	12.04	26.20	1.289	1.34 x10 ⁶	0
23	51.6.25 17:00	0.50	13.2	0.46	1/80	0.237	0.088	2.80	11.774	"	"	17.07	11.85	26.45	1.268	1.28 x10 ⁶	"
24	51.9.9 2:30	0.49	12.7	0.84	1/71	0.341	0.181	3.27	9.604	"	"	34.92	11.77	25.64	1.485	2.72 x10 ⁶	"
25	51.9.9 10:00																
26	51.9.9 10:30	0.78	15.1	0.71	1/71	0.313	0.153	3.17	10.128	"	"	33.86	18.66	19.23	1.144	2.23 x10 ⁶	"
27	51.9.9 11:00	0.80	15.1	0.72	1/74	0.309	0.148	3.27	10.557	"	"	35.41	18.95	19.00	1.171	2.33 x10 ⁶	"
28	51.9.9 11:30	0.80	15.1	0.72	1/74	0.309	0.148	3.02	9.780	"	"	32.71	18.95	19.00	1.082	2.15 x10 ⁶	"
29	51.9.9 12:00	0.80	15.2	0.72	1/73	0.311	0.150	3.08	9.607	"	"	33.60	18.94	19.09	1.103	2.20 x10 ⁶	"
30	51.9.9 12:30	0.81	15.3	0.73	1/74	0.311	0.150	3.25	10.454	"	"	36.24	19.22	18.97	1.156	2.35 x10 ⁶	"
31	51.9.9 13:00	0.81	15.3	0.73	1/74	0.311	0.150	3.32	10.077	"	"	36.98	19.22	18.93	1.181	2.40 x10 ⁶	"
32	51.9.9 13:30	0.81	15.3	0.73	1/72	0.315	0.155	3.37	10.692	"	"	37.74	19.21	19.00	1.199	2.44 x10 ⁶	"
33	51.9.9 14:00	0.81	15.3	0.73	1/72	0.315	0.155	3.35	10.638	"	"	37.52	19.21	18.99	1.191	2.43 x10 ⁶	"
34	51.9.9 14:30	0.81	15.3	0.73	1/72	0.315	0.155	3.27	10.744	"	"	36.62	19.21	18.99	1.163	2.36 x10 ⁶	"
35	51.9.9 15:00	0.80	15.2	0.72	1/71	0.315	0.155	2.97	9.486	"	"	32.62	18.94	19.08	1.071	2.13 x10 ⁶	"
36	51.9.9 15:30	0.82	14.5	0.74	1/71	0.320	0.159	3.20	10.013	"	"	34.18	19.63	18.59	1.126	2.34 x10 ⁶	"

料号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	
调查 年月日	H (m)	河宽 B(m)	河床 R(m)	河床 I	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	河床 K(m)	
37 51.9.9 16:00	0.77	普通	15.0	0.70	1/90	0.313	0.153	3.10	9.904	0.221	0.042	四分法	32.43	18.39	19.40	1.127	2.15 $\times 10^6$	青木川
38 51.9.9 16:30	0.77	"	14.9	0.70	1/90	0.313	0.153	3.27	10.447	"	"	"	33.91	18.39	19.31	1.189	2.27 $\times 10^6$	"
39 51.9.9 17:00	0.75	"	14.9	0.68	1/90	0.313	0.148	3.14	10.178	"	"	"	32.03	17.82	19.91	1.160	2.11 $\times 10^6$	"
40 51.9.9 17:00	1.13	"	13.4	0.97	1/97	0.507	0.358	2.52	4.971	"	"	"	32.77	18.91	11.79	0.756	2.42 $\times 10^6$	鹿塘川
41 51.9.9 18:30	1.13	"	13.4	0.97	1/97	0.507	0.358	2.54	5.011	"	"	"	33.05	18.91	11.79	0.762	2.44 $\times 10^6$	"
42 51.9.9 18:00	1.13	"	13.4	0.97	1/97	0.507	0.358	2.58	5.090	"	"	"	33.57	18.9	11.79	0.774	2.48 $\times 10^6$	"
43 51.9.9 18:30	1.13	"	13.4	0.97	1/97	0.507	0.358	2.93	5.462	"	"	"	38.12	18.91	11.79	0.877	2.81 $\times 10^6$	"
44 51.9.9 17:00	1.13	"	13.4	0.97	1/97	0.507	0.358	2.87	5.612	"	"	"	37.34	18.91	11.79	0.861	2.76 $\times 10^6$	"
45 51.9.9 9:30	1.23	"	14.6	1.05	1/38	0.520	0.378	3.32	6.380	"	"	"	50.66	20.45	11.87	0.957	3.45 $\times 10^6$	"
46 51.9.9 10:00	1.22	"	14.4	1.04	1/38	0.518	0.374	3.30	6.372	"	"	"	49.20	20.27	11.83	0.956	3.40 $\times 10^6$	"
47 51.9.9 10:30	1.20	"	14.4	1.03	1/39	0.509	0.361	3.17	6.232	"	"	"	46.78	20.04	11.95	0.924	3.23 $\times 10^6$	"
48 51.9.9 11:00	1.20	"	14.5	1.03	1/39	0.509	0.361	3.43	6.743	"	"	"	51.24	20.01	12.06	1.000	3.50 $\times 10^6$	"
49 51.9.9 11:30	1.22	"	14.9	1.05	1/40	0.507	0.359	3.40	6.704	"	"	"	52.70	20.38	12.16	0.982	3.53 $\times 10^6$	"
50 51.9.9 12:00	1.26	"	15.3	1.08	1/40	0.502	0.352	3.48	6.932	"	"	"	57.42	20.95	12.20	0.992	3.72 $\times 10^6$	"
51 51.9.9 12:30	1.28	"	15.8	1.10	1/42	0.507	0.358	3.32	6.554	0.207	0.06	"	57.90	21.31	12.34	0.938	3.63 $\times 10^6$	"
52 51.9.9 13:00	1.29	"	15.9	1.11	1/43	0.503	0.353	3.45	6.859	"	"	"	61.17	21.47	12.36	0.971	3.79 $\times 10^6$	"
53 51.9.9 13:30	1.30	"	15.9	1.12	1/42	0.511	0.364	3.82	7.473	"	"	"	67.54	21.74	12.15	1.068	4.24 $\times 10^6$	0
54 51.9.9 14:30	1.28	"	15.7	1.10	1/42	0.507	0.358	3.97	7.337	"	"	"	68.60	21.22	12.28	1.121	4.32 $\times 10^6$	"
55 51.9.9 15:00	1.27	"	15.6	1.09	1/42	0.504	0.355	3.90	7.734	"	"	"	66.46	21.12	12.31	1.107	4.21 $\times 10^6$	"

资料 序号	(1) 调查 日期	(2) H 测定 水深	(3) 河宽 B(m)	(4) 水深 R(m)	(5) 河床 坡度 I(‰)	(6) 河床 材料 名称	(7) 河床 材料 粒径 d(mm)	(8) 河床 材料 形状 系数	(9) g % (1/100)	(10)		(11) 流量 Q(m³/s)	(12) H/L	(13) B/H	(14) Fr	(15) R ₀	(16) 河床 淤积	(17) 备注		
										d max (mm)	d mean (mm)									
56	51.9.9 15:00	1.29	普通	15.6	1.11	1/43	0.503	0.153	3.77	5.55	9.207	0.06	四方法	45.60	21.56	12.09	1.065	4.17 ×10 ⁴	虎塘川	
57	51.9.9 15:30	1.26	"	15.8	1.09	1/44	0.493	0.139	3.73	"	9.571	"	"	64.34	21.08	12.50	1.060	4.03 ×10 ⁴	"	
58	51.9.9 16:00	1.27	"	15.5	1.09	1/42	0.504	0.155	3.54	"	7.020	"	"	60.11	21.13	12.26	1.004	3.82 ×10 ⁴	"	
59	51.9.9 16:30	1.26	"	15.5	1.08	1/42	0.502	0.152	3.51	"	6.992	"	"	58.76	20.92	12.32	1.001	3.75 ×10 ⁴	"	
60	51.9.9 17:00	1.24	"	15.2	1.07	1/41	0.506	0.157	3.43	"	6.783	"	"	55.87	20.75	12.23	0.982	3.63 ×10 ⁴	"	
61	51.6.25 15:00	0.60	"	83.5	0.59	1/64	0.301	0.135	2.61	"	8.683	0.311	0.05	"	128.04	11.97	139.17	1.078	1.52 ×10 ⁶	小燕川
62	51.6.25 15:30	0.56	"	81.3	0.55	1/67	0.284	0.120	2.48	"	8.705	"	"	"	110.31	11.15	145.18	1.061	1.35 ×10 ⁶	"
63	51.6.25 16:00	0.57	"	82.1	0.56	1/67	0.295	0.130	2.72	"	9.217	"	"	"	125.04	11.35	144.04	1.153	1.51 ×10 ⁶	"
64	51.6.25 16:30	0.53	"	81.6	0.52	1/64	0.282	0.119	2.48	"	8.788	"	"	"	105.07	10.53	153.96	1.092	1.28 ×10 ⁶	"
65	51.6.25 17:00	0.53	"	81.6	0.52	1/63	0.284	0.121	2.44	"	8.580	"	"	"	103.35	10.53	153.96	1.074	1.26 ×10 ⁶	"
66	51.9.9 17:30	0.51	"	48.7	0.50	1/42	0.342	0.175	3.19	"	9.338	"	"	"	77.44	10.21	95.36	1.436	1.58 ×10 ⁶	"
67	51.9.9 18:00	0.50	"	48.2	0.49	1/43	0.334	0.167	3.13	"	9.366	"	"	"	74.08	10.00	96.44	1.414	1.52 ×10 ⁶	"
68	51.9.9 18:30	0.51	"	48.7	0.50	1/42	0.342	0.175	2.98	"	8.724	"	"	"	73.37	10.21	95.36	1.332	1.48 ×10 ⁶	"
69	51.9.9 19:00	0.49	"	48.1	0.48	1/47	0.316	0.150	2.65	"	8.490	"	"	"	62.41	9.80	98.16	1.223	1.27 ×10 ⁶	"
70	51.9.9 19:30	0.49	"	48.0	0.48	1/45	0.323	0.156	2.73	"	8.444	"	"	"	63.17	9.80	98.08	1.246	1.30 ×10 ⁶	"
71	51.9.9 20:00	0.47	"	48.9	0.46	1/45	0.286	0.123	2.60	"	9.081	"	"	"	58.65	9.38	102.04	1.213	1.18 ×10 ⁶	"
72	51.9.9 20:30	0.52	"	50.3	0.51	1/54	0.304	0.138	2.84	"	9.336	"	"	"	72.84	10.41	96.72	1.258	1.43 ×10 ⁶	"
73	51.9.9 21:00	0.50	"	51.4	0.55	1/48	0.335	0.168	2.90	"	8.654	"	"	"	81.97	11.24	91.42	1.236	1.58 ×10 ⁶	"
74	51.9.9 21:50	0.54	"	50.9	0.53	1/48	0.329	0.162	2.91	"	8.845	"	"	"	78.22	10.83	93.94	1.264	1.53 ×10 ⁶	"

No. 5

材料 番号	部寸 H (mm)	加工 方法	河幅 B (mm)	保深 R (mm)	河床 I (mm)	挿入力 F ₁ (kg)	挿入力 F ₂ (kg)	平均挿入力 F _{avg} (kg)	挿入角 α (°)	α _{max} (°)	α _{mean} (°)	測定 方法	流量 Q (cc/sec)	H/d _m	B/H	Fr	R ₀	河床 形状	備考
75	51.9.9 12.00	0.55	普通	51.1	0.54	1/4	0.307	0.180	2.92	8.136	0.311	0.05	測定	77.45	11.03	92.55	1.213	1.51 x10 ⁶	小荒 11
76	51.9.9 12.30	0.53	"	52.1	0.52	1/4	0.340	0.173	2.88	8.463	"	"	"	77.87	10.61	92.27	1.265	1.48 x10 ⁶	"
77	51.9.9 15.00	0.54	"	50.9	0.53	1/4	0.336	0.169	2.80	8.333	"	"	"	75.67	10.83	94.03	1.216	1.47 x10 ⁶	"
78	51.9.9 15.30	0.53	"	50.8	0.52	1/4	0.337	0.170	2.84	8.440	"	"	"	75.97	10.62	95.72	1.245	1.46 x10 ⁶	"
79	51.9.9 16.00	0.52	"	50.3	0.51	1/4	0.333	0.166	2.81	8.431	"	"	"	72.12	10.41	96.66	1.280	1.42 x10 ⁶	"
80	51.9.9 16.30	0.51	"	50.0	0.50	1/4	0.316	0.150	2.77	8.760	"	"	"	68.94	10.20	98.04	1.239	1.37 x10 ⁶	"
81	51.9.9 17.00	0.50	"	50.0	0.49	1/4	0.313	0.147	2.61	8.339	"	"	"	68.97	10.00	100.00	1.179	1.35 x10 ⁶	"
82	51.6.25 13.30	0.61	"	56.8	0.60	1/4	0.416	0.096	3.10	7.454	0.48	0.14	"	105.5	4.38	92.67	1.265	1.34 x10 ⁶	工部局 重量 231 木田四叶
83	51.6.25 14.00	0.60	"	56.2	0.59	1/4	0.401	0.089	3.10	7.735	"	"	"	101.6	4.31	93.25	1.276	1.31 x10 ⁶	"
84	51.6.25 14.30	0.60	"	56.2	0.59	1/4	0.401	0.089	3.10	7.735	"	"	"	102.4	4.31	93.25	1.276	1.31 x10 ⁶	"
85	51.6.25 15.00	0.58	"	55.8	0.57	1/38	0.383	0.082	2.90	7.564	"	"	"	94.1	4.16	95.89	1.214	1.24 x10 ⁶	"
86	51.6.25 15.30	0.55	"	55.2	0.54	1/37	0.378	0.080	2.80	7.404	"	"	"	83.0	3.93	100.36	1.205	1.50 x10 ⁶	"
87	51.6.25 16.00	0.53	"	54.6	0.52	1/38	0.366	0.074	2.80	7.646	"	"	"	79.0	3.79	103.02	1.229	1.44 x10 ⁶	"
88	51.6.25 16.30	0.51	"	54.4	0.50	1/40	0.350	0.068	3.00	8.571	"	"	"	81.7	3.64	106.67	1.343	1.47 x10 ⁶	"
89	51.6.25 17.00	0.51	"	54.0	0.50	1/40	0.350	0.068	2.70	7.714	"	"	"	71.3	3.64	105.88	1.208	1.34 x10 ⁶	"
90	51.6.25 17.30	0.50	"	53.8	0.49	1/42	0.338	0.064	2.70	7.986	"	"	"	67.7	3.57	107.66	1.221	1.31 x10 ⁶	"
91	51.6.25 18.00	0.47	"	53.1	0.46	1/42	0.338	0.060	2.60	7.737	"	"	"	63.1	3.34	112.98	1.214	1.28 x10 ⁶	"
92	51.7.19 11.00	0.46	"	52.6	0.45	1/52	0.291	0.047	2.50	8.585	"	"	"	58.7	3.27	114.35	1.180	1.11 x10 ⁶	"
93	51.7.19 11.30	0.45	"	52.6	0.44	1/52	0.288	0.046	2.60	9.028	"	"	"	60.8	3.20	116.89	1.242	1.13 x10 ⁶	"

资料 号	(1) 调查 年月日	(2) 水位 H(m)	(3) 潮定 方位	(4) 河幅 F(m)	(5) 径流 Q(m³)	(6) 河床 I(‰)	(7) 桥墩力 I(‰)	(8) 桥墩力 I(‰)	(9) 平均流速 V(m/s)	(10) 测定 方法	(11) d _{max} (mm)	(12) d _{mean} (mm)	(13) 测定 方法	(14) 流量 Q(m³/sec)	(15) H/d _m	(16) B/H	(17) Fr	(18) Re	(19) 河床 形态	(20) 备注
94	51.7.19 12:00	0.44	普通	52.0	0.43	1/52	0.285	0.045	2.6	浮子	9.132	0.48	0.14	四分法	58.2	3.12	118.18	1.256	1.11 $\times 10^6$	天田切川
95	51.7.19 12:30	0.44	"	51.4	0.43	1/53	0.282	0.044	2.5	"	8.865	"	"	"	55.0	3.12	116.82	1.208	1.06 $\times 10^6$	"
96	51.7.19 13:00	0.44	"	51.4	0.43	1/54	0.274	0.042	2.4	"	8.760	"	"	"	52.5	3.12	116.82	1.159	1.02 $\times 10^6$	"
97	51.7.19 13:30	0.42	"	50.8	0.41	1/54	0.273	0.041	2.6	"	7.531	"	"	"	53.4	2.98	120.75	1.287	1.06 $\times 10^6$	"
98	51.7.19 14:30	0.40	"	49.4	0.39	1/53	0.269	0.040	2.3	"	8.566	"	"	"	44.7	2.83	123.50	1.167	0.89 $\times 10^6$	"
99	51.7.19 15:30	0.49	"	49.0	0.38	1/52	0.268	0.040	2.2	"	8.221	"	"	"	40.2	2.76	125.64	1.131	0.83 $\times 10^6$	"
100	51.7.19 16:30	0.37	"	48.6	0.36	1/51	0.263	0.038	2.1	"	7.985	"	"	"	36.8	2.61	131.35	1.110	0.75 $\times 10^6$	"
101	51.8.9 9:30	0.69	"	54.7	0.67	1/58	0.337	0.068	2.8	"	8.321	"	"	"	102.7	4.91	79.65	1.077	1.86 $\times 10^6$	"
102		0.70	"	55.8	0.68	1/52	0.358	0.071	2.9	"	8.101	"	"	"	110.7	4.98	80.06	1.110	1.95 $\times 10^6$	"
103		0.78	"	57.4	0.74	1/52	0.354	0.070	3.0	"	8.484	"	"	"	129.8	5.43	75.57	1.100	2.20 $\times 10^6$	"
104		0.77	"	57.8	0.75	1/51	0.380	0.080	3.1	"	8.167	"	"	"	136.9	5.50	75.07	1.129	2.30 $\times 10^6$	"
105		0.71	"	57.0	0.69	1/48	0.375	0.078	3.0	"	7.994	"	"	"	116.4	5.05	80.61	1.140	2.05 $\times 10^6$	"

塞士砂防工事7称所

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
测料調査	水位	河幅	径深	河床	掃流力	掃流力	平均流速	流速	粒徑	流量	H/dm	B/H	Fr	Re	河床形状	備考
番号年月日時	H (m)	測定方法	B (m)	R (m)	I	U _{0.19RT}	U _{0.50}	U _{0.70}	d _{max} (cm)	d _{mean} (cm)	測定方法	Q (m ³ /sec)				
1 49.8.26 8時	0.80	普通	21.6	0.47	1/30	0.39	0.016	2.53	6.48	0.6		18.30	0.83	43.10	1.18 × 10 ⁴	(大石等) 普通(砂防)
2 49.8.26 9時	0.70	"	"	0.64	"	0.45	0.021	3.59	7.97	"		36.90	1.17	30.79	1.371 × 10 ⁴	〇
3 49.8.26 10時	0.55	"	"	0.51	"	0.40	0.017	3.16	7.90	"		25.30	0.92	39.78	1.361 × 10 ⁴	"
4 49.8.26 11時	0.60	"	"	0.55	"	0.42	0.018	3.99	9.50	"		35.00	1.00	35.92	1.645 × 10 ⁴	"
5 50.7.4 11時	0.50	"	"	0.47	"	0.39	0.016	4.15	10.64	"		30.10	0.83	43.10	1.875 × 10 ⁴	"
6 50.7.4 12時	0.35	"	"	0.33	"	0.32	0.011	2.89	9.03	"		14.50	0.58	61.57	1.561 × 10 ⁴	"
7 51.9.9 9時	0.32	"	"	0.30	1/30	0.30	0.009	2.79	9.30	"		10.83	0.52	69.52	1.601 × 10 ⁴	"
8 51.9.9 10時	0.27	"	"	0.26	"	0.28	0.008	2.69	9.60	"		8.77	0.26	79.82	1.654 × 10 ⁴	"
9 51.9.9 11時	0.17	"	"	0.16	"	0.22	0.005	1.99	9.04	"		3.96	0.16	127.06	1.542 × 10 ⁴	"
10 51.9.9 12時	0.38	"	"	0.36	"	0.33	0.011	3.12	9.45	"		15.04	0.36	56.71	1.617 × 10 ⁴	"
11 51.9.9 13時	0.38	"	"	0.36	"	0.33	0.011	2.77	8.39	"		13.34	0.36	56.71	1.435 × 10 ⁴	"
12 51.9.9 9時	0.20	"	29.0	0.19	1/4	0.20	0.004	1.93	9.65	"		6.14	0.19	145.00	1.379 × 10 ⁴	(大石等) 流路工
13 51.9.9 10時	0.22	"	"	0.21	"	0.21	0.004	1.64	7.80	"		9.18	0.21	131.81	1.117 × 10 ⁴	"

吉野川砂防工事事務所 (四国地建)

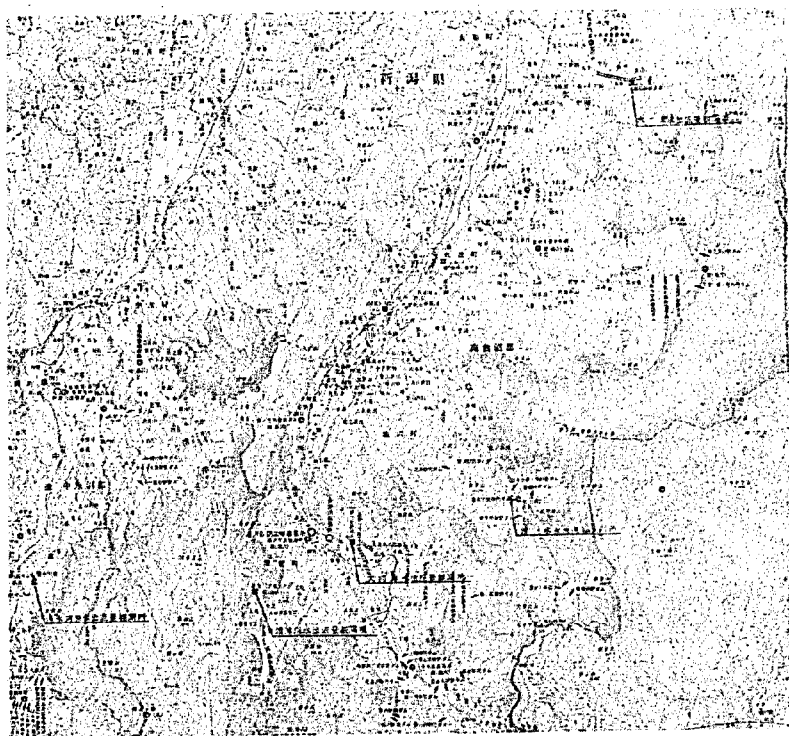
資料 番号	(1) 調査 年月日	(2) 水位 H (cm) 測定 方法	(3) 河幅 B (cm)	(4) 河深 R (cm)	(5) 河床 勾配 1/〃	(6) 流速 U _{0.8R} (m/sec)	(7) 水深 H _{0.8R} (m)	(8) 平均 流速 U _{0.5R} (m/sec)	(9) 流速 U _{0.5R} (m/sec)	(10) 粒 径 d _{max} d _{mean} (cm) (cm) 測定 方法	(11) 流量 Q (sec)	(12) H/dm	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考		
1	50.8.22 16時	1.4 普通	30.8	1.28	1/39	0.567	0.0456	4.97	鴉子	6.83	1.6	0.48	四分法	350	2.92	22.0	1.342	6.30 ×10 ⁴	流速: 70.4 m/s 水深: 33.9 m B: 1.25
2	50.8.22 17時	1.4 "	30.8	1.28	"	0.567	0.0456	4.92	"	6.76	"	"	"	346	2.92	22.0	1.328	6.24 ×10 ⁴	"
3	50.8.22 17時	1.4 "	30.8	1.28	"	0.567	0.0456	4.97	"	6.83	"	"	"	350	2.92	22.0	1.342	6.30 ×10 ⁴	"
4	50.8.22 18時	1.5 "	31.2	1.37	"	0.587	0.0444	4.79	"	6.46	"	"	"	355	3.13	20.8	1.249	6.50 ×10 ⁴	流速: 70.1 m/s 水深: 33.9 m B: 1.25
5	50.8.22 18時	1.5 "	31.6	1.37	"	0.587	0.0444	5.06	"	5.06	"	"	"	392	3.13	21.1	1.320	6.86 ×10 ⁴	流速: 77.0 m/s 水深: 34.0 m B: 1.25
		2.44		2.21		0.7519				6.77									

① 平面图

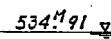


湯沢砂防工事々務所

① 平面図

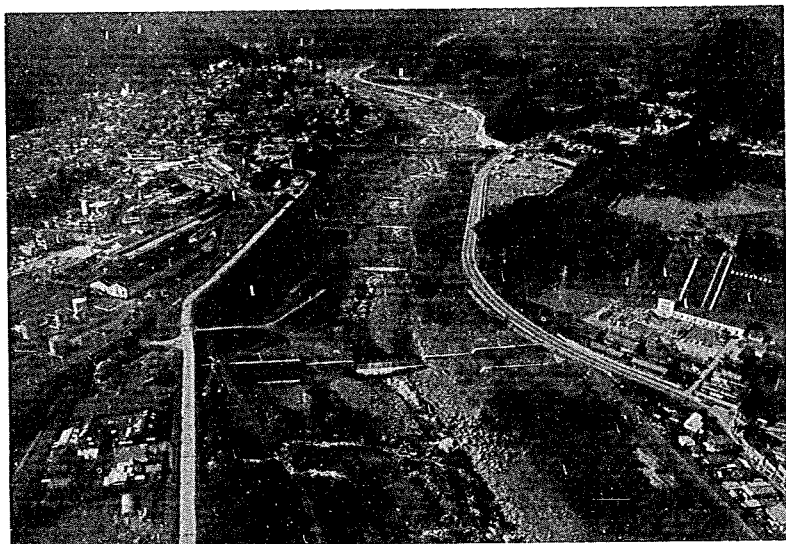


② 横断面図

$$DL = 520$$


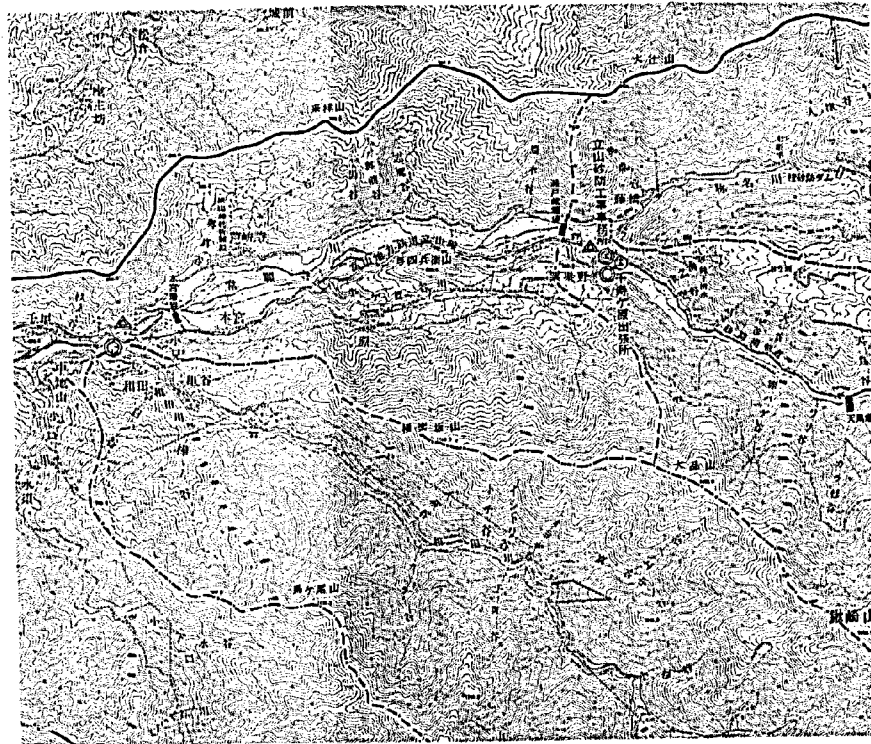
535. M 81

③ 写真 大 谷 川

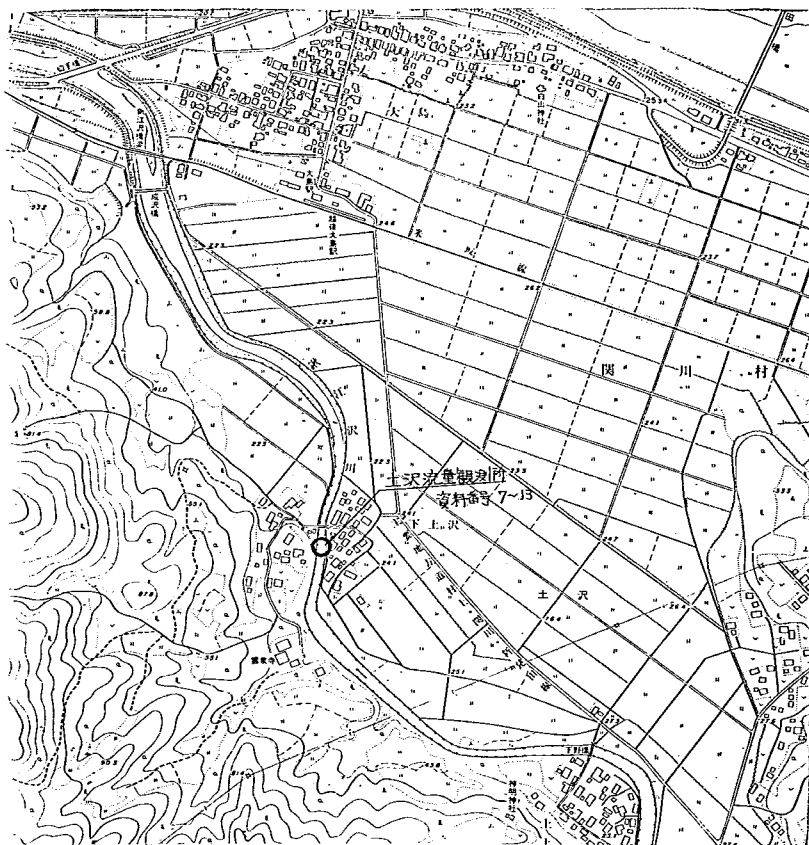


立山砂防工事々務所

① 平面図

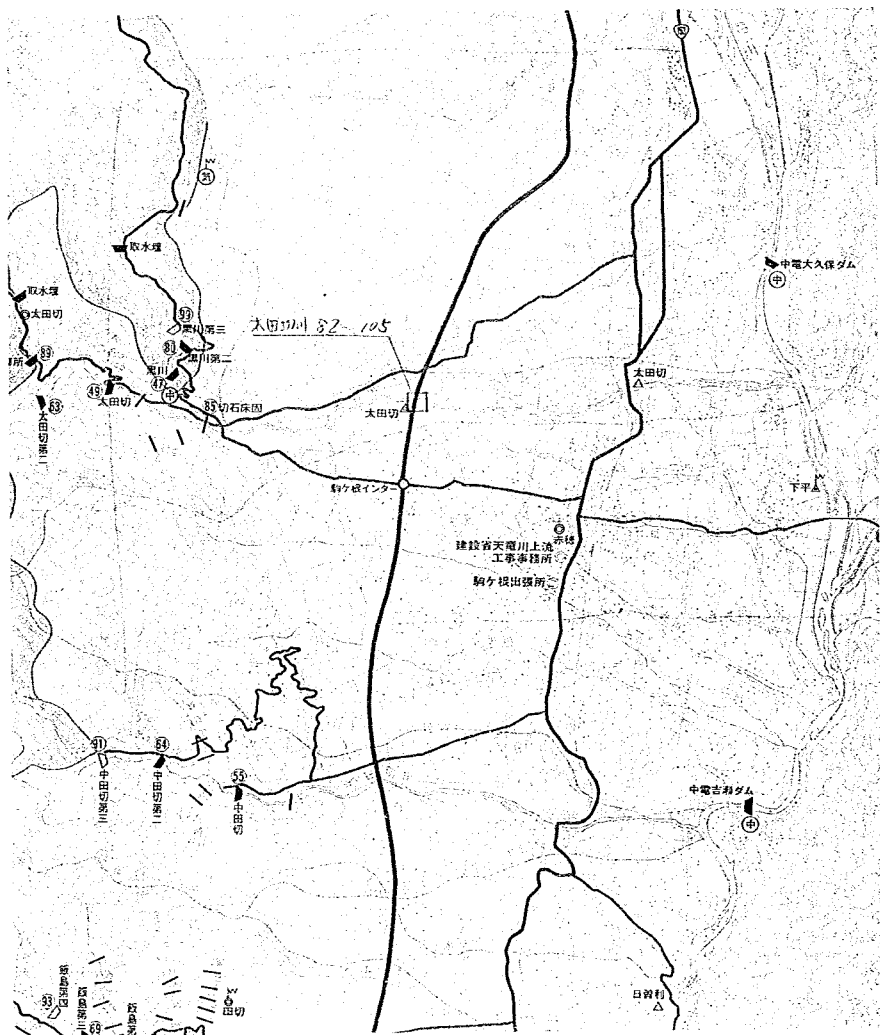


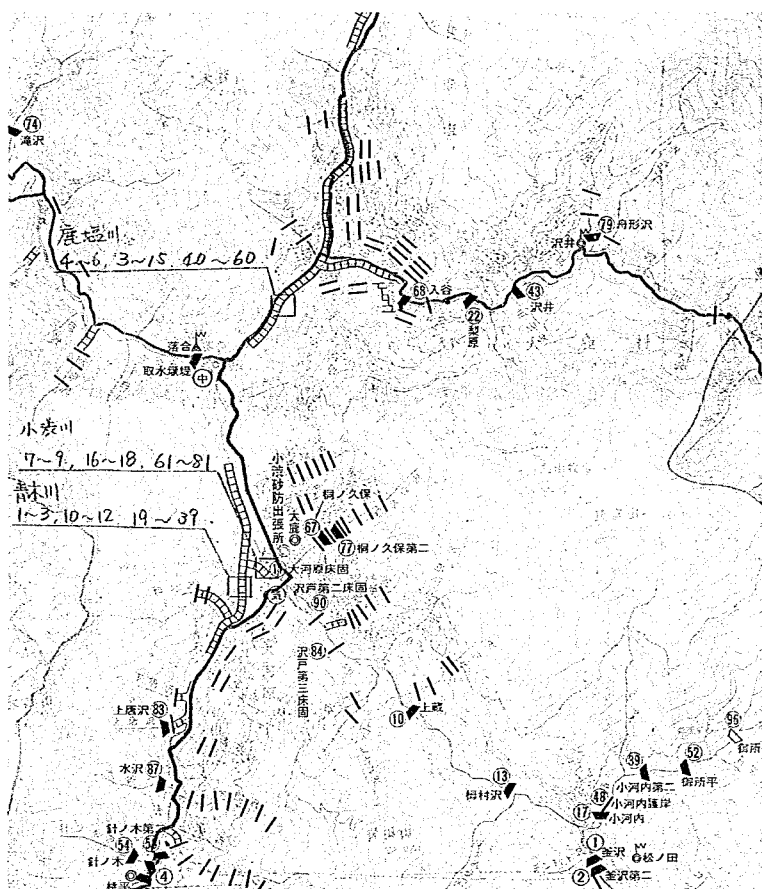
① 平面図



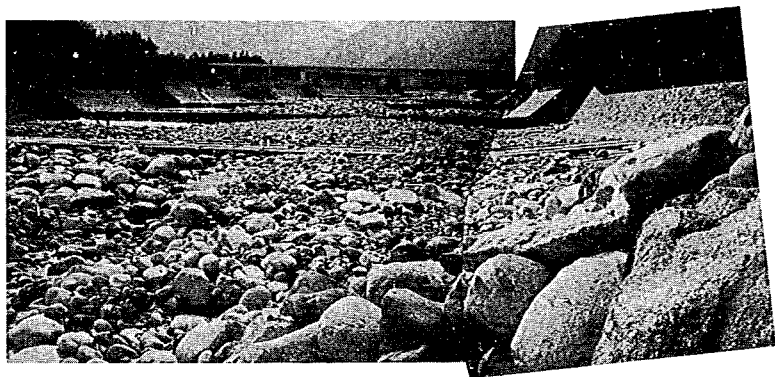
天竜川上流工事々務所

① 平面図

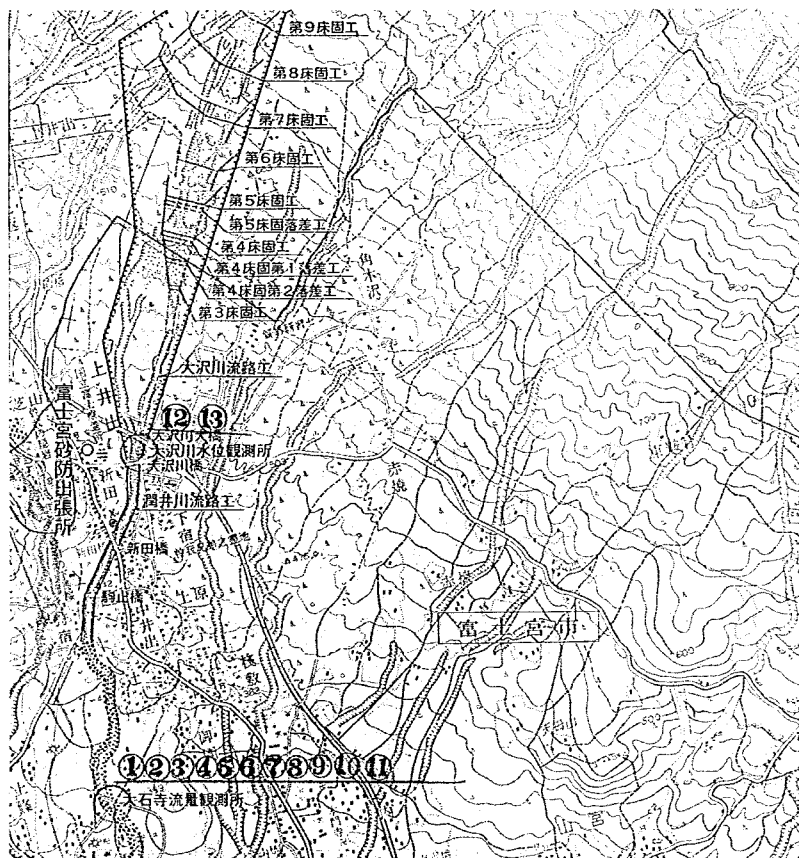




② 写真 太田切川

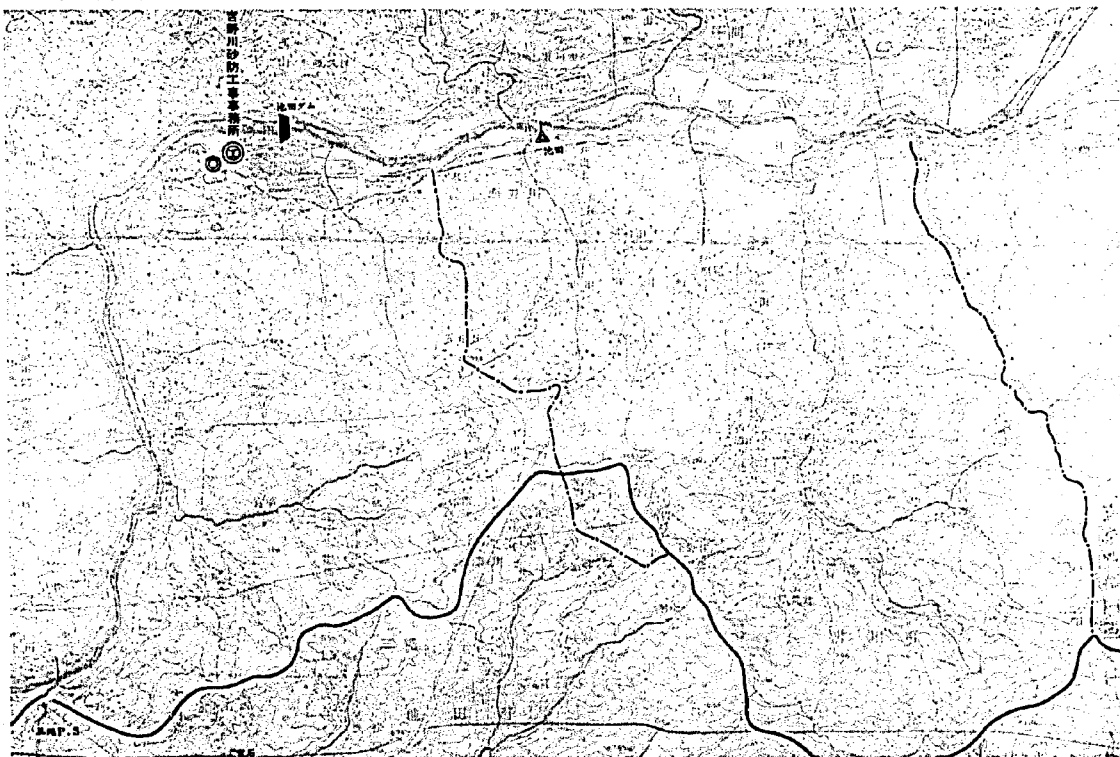


① 平面図



吉野川砂防工事々務所

① 平面図



附一 3 土木研究所 水理実験結果

土木研究所 実験水路におけるデータ

8. 5. 2. 8. 9

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 B (m)	(4) 河床 R (m)	(5) 河床 勾配 1/30	(6) 掃流力 掃流力 1/30	(7) 平均流速 平均流速 1/30	(8) 平均流速 平均流速 1/30	(9) 平均流速 平均流速 1/30	(10) 平均流速 平均流速 1/30	(11) 流量 Q (m³/s)	(12) H/a H/a	(13) B/H B/H	(14) Fr Fr	(15) Re Re	(16) 河床 形状	(17) 備考
1	7/15	0.002	"	0.0077	1/30	0.050	0.0073	0.31	6.19	0.000	1.35 x10³	8.80	50.00	1.07	0.236 x10⁴	河床形状	測定位置 M 137° 横二 (137° 45' 6" 72")
2	12/15	0.002	"	0.0077	"	0.060	0.128	0.24	3.78	"	1.81 x10³	6.67	33.33	0.67	0.236 x10⁴	"	
3	17/15	0.017	"	0.0157	"	0.075	0.178	0.36	5.03	"	2.50 x10³	8.80	23.57	0.82	0.489 x10⁴	"	
4	22/15	0.016	"	0.0157	"	0.068	0.168	0.34	4.89	"	2.50 x10³	8.80	25.00	0.86	0.489 x10⁴	"	
5	27/15	0.016	"	0.0157	"	0.068	0.168	0.34	5.12	"	3.63 x10³	8.80	25.00	1.086	0.691 x10⁴	"	
6	32/15	0.022	"	0.0190	"	0.080	0.228	0.58	7.21	"	5.00 x10³	12.22	18.18	1.269	1.130 x10⁴	"	
7	37/15	0.025	"	0.0222	"	0.0862	0.2622	0.62	7.60	"	5.00 x10³	13.89	16.00	1.373	1.306 x10⁴	"	
8	42/15	0.018	"	0.0165	"	0.0720	0.180	0.53	7.22	"	3.88 x10³	10.00	22.22	1.262	0.867 x10⁴	"	
9	47/15	0.013	"	0.0113	"	0.0608	0.208	0.38	6.25	"	2.50 x10³	6.67	33.33	1.108	0.489 x10⁴	"	
10	52/15	0.017	"	0.0157	"	0.075	0.178	0.37	5.17	"	2.50 x10³	8.80	23.57	0.906	0.489 x10⁴	"	
11	57/15	0.014	"	0.0131	"	0.0662	0.186	0.37	4.13	"	1.96 x10³	7.78	22.57	0.728	0.360 x10⁴	"	
12	62/15	0.010	"	0.0080	"	0.0556	0.106	0.36	6.47	"	1.25 x10³	5.56	40.00	1.128	0.330 x10⁴	"	
13	67/15	0.009	"	0.0080	"	0.0500	0.099			"	1.25 x10³	5.00	40.00			"	

土木研究所 実験水路におけるデータ

S 52 8. 10

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 E (m)	(4) 河深 R (m)	(5) 河床 勾配 I	(6) 掃孔力 W_{PR}	(7) 掃孔力 W_{PR}	(8) 平均流速 U_m (m/s)	(9) 流速 U (m/s)	(10) 粒 径 d (mm)	(11) 流量 Q (m ³ /s)	(12) H/ d (m)	(13) B/ H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	6.30	0.008	0.4	0.007	1/30	0.001	0.0073	0.0018	0.0018	1.25 $\times 10^{-3}$	4.00	50.00				河床 砂	測定位置 2M 砂 217° 211°
2	1.03	0.010	"	0.010	"	0.0153	0.1085	"	"	1.63 $\times 10^{-3}$	7.78	20.57				"	
3	1.60	0.015	"	0.0140	"	0.0675	0.1684	0.22	7.71	0.0018	2.50 $\times 10^{-3}$	28.07	26.67	1.356	0.778	"	
4	1.60	0.016	"	0.0148	"	0.0675	0.1681	"	"	2.50 $\times 10^{-3}$	8.89	25.00				"	
5	1.60	0.016	"	0.0148	"	0.0675	0.1681	0.52	7.02	"	3.25 $\times 10^{-3}$	8.89	25.00	1.312	0.763	"	
6	1.60	0.022	"	0.0178	"	0.0800	0.2347	0.63	7.22	"	5.00 $\times 10^{-3}$	12.22	18.18	1.367	1.079	平地	
7	1.60	0.022	"	0.0178	"	0.0800	0.2347	0.56	6.96	"	5.00 $\times 10^{-3}$	12.22	18.18	1.206	1.079	"	
8	1.60	0.020	"	0.0182	"	0.0790	0.2060	0.64	7.01	"	4.25 $\times 10^{-3}$	11.11	20.00	1.220	0.972	"	
9	1.60	0.015	"	0.0140	"	0.0675	0.1684	0.34	5.04	"	2.50 $\times 10^{-3}$	8.33	26.67	0.887	0.849	"	
10	1.60	0.012	"	0.0122	"	0.0675	0.1384	0.38	6.02	"	2.50 $\times 10^{-3}$	7.22	30.77	1.065	0.849	"	
11	1.60	0.014	"	0.0121	"	0.0675	0.1425	0.36	5.51	"	2.13 $\times 10^{-3}$	7.72	28.57	0.772	0.849	"	
12	1.60	0.009	"	0.0086	"	0.0530	0.0977	"	"	"	1.25 $\times 10^{-3}$	5.00	44.44		0.254	"	
13	1.60	0.006	"	0.0058	"	0.0026	0.0561	0.64	12.09	"	1.25 $\times 10^{-3}$	3.33	46.67	1.816	0.849	"	

土木研究所 実験水路におけるデータ

S 52.8.11

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 B (m)	(4) 河深 R (m)	(5) 河床 河配	(6) 掃航力 掃航力 掃航力	(7) 掃航力 掃航力 掃航力	(8) 平均流速 平均流速 平均流速	(9) 平均流速 平均流速 平均流速	(10) 粒 径 測定 方法	(11) 流量 Q (sec)	(12) H/d.m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	6分30秒	0.010	0.4	0.0095	1/30	0.0007	0.1021	0.26	0.66	0.0012	1.25	5.56	1000	0.231	10 ⁴	河床 形態	測定位置2M 砂深25M 47° 711
2	11分30秒	0.008	"	0.0097	"	0.0501	0.0973	"	"	1.63	4.44	5000	"	"	"	"	0
3	16分30秒	0.014	"	0.0131	"	0.0630	0.1425	0.39	0.97	2.5	7.72	22.47	10.43	10 ⁴	"	"	
4	24分30秒	0.012	"	0.0122	"	0.0630	0.1385	0.31	0.91	2.5	7.22	30.77	0.269	10 ⁴	"	"	
5	26分30秒	0.012	"	0.0122	"	0.0630	0.1385	0.34	0.97	2.5	7.22	30.77	1.333	10 ⁴	"	"	
6	31分30秒	0.012	"	0.0113	"	0.0608	0.1285	"	"	1.25	6.67	33.33	"	"	"	"	
7	36分30秒	0.008	"	0.0097	"	0.0501	0.0973	"	"	1.25	4.44	5000	"	"	"	"	

8月15日 星期二

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m) 測定 方法	(3) 河幅 B (m)	(4) 径深 R (m)	(5) 河床 勾配 1/30	(6) 掃流力 Ur (N/m ²)	(7) 平均流速 U _m (m/sec)	(8) 平均流速 U _m (m/sec) 測定 方法	(9) U _m (m/sec)	(10) 粒 径 d max d mean (mm)	(11) 流量 Q (m ³ /sec)	(12) H/d _m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	6.30	0.011	0.4	0.0104	1/30	0.0523	0.1183	0.26	4.46	0.0018	6.11	36.36	0.792	0.268	X10 ⁴		測定位置より 流路に沿って 45°、フリー
2	11.30	0.009	"	0.0086	"	0.0520	0.0777	"	"	"	5.00	44.44		0.562	X10 ⁴		
3	16.30	0.016	"	0.0108	"	0.0635	0.1681	0.37	5.32	"	8.89	25.00	0.934	0.304	X10 ⁴		
4	21.30	0.015	"	0.0100	"	0.0675	0.1584	0.22	3.26	"	8.33	26.67	0.574	0.304	X10 ⁴		
5	26.30	0.013	"	0.0122	"	0.0631	0.1385	0.39	6.18	"	7.22	30.77	1.093	0.471	X10 ⁴		
6	31.30	0.006	"	0.0057	"	0.0426	0.0661	"	"	"	3.33	66.67		0.208	X10 ⁴		
7	36.30	0.006	"	0.0050	"	0.0426	0.0661	0.36	8.26	"	3.33	66.67	1.085	0.208	X10 ⁴		

土木研究所 実験水路におけるデータ

S 52.8.18

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 E (m)	(4) 河深 R (m)	(5) 河床 勾配	(6) 掃流力 U_{cr}	(7) 無次元 掃流力 τ_{*cr}	(8) 平均流速 U_m	(9) U_m (m/s)	(10) 粒 径 d mod (m)	(11) 流量 Q (m ³ /s)	(12) H/ d, m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	7m5s	0.010	0.4	0.0095	1/30	0.047	0.060	0.82	2.71	0.0032	1.25 $\times 10^{-3}$	3.13	4000	1.37	0.40 $\times 10^4$	河床位置 2M	
2	12m5s	0.010	"	0.0085	"	0.057	0.060	0.82	2.63	"	1.81 $\times 10^{-3}$	3.13	4500	1.342	0.395 $\times 10^4$	河床位置 2M	
3	17m5s	0.014	"	0.0121	"	0.065	0.0835	0.97	5.66	"	2.50 $\times 10^{-3}$	4.38	2257	0.977	0.277 $\times 10^4$	河床位置 2M	
4	22m5s	0.021	"	0.0180	"	0.0728	0.1212	0.99	3.62	"	2.50 $\times 10^{-3}$	6.56	1905	0.629	0.260 $\times 10^4$	河床位置 2M	
5	27m5s	0.023	"	0.0206	"	0.0820	0.1317	0.94	4.14	"	3.63 $\times 10^{-3}$	7.19	1739	0.716	0.614 $\times 10^4$	河床位置 2M	
6	32m5s	0.025	"	0.0222	"	0.0852	0.1419	0.97	2.23	"	5.00 $\times 10^{-3}$	7.21	1620	0.380	0.418 $\times 10^4$	河床位置 2M	
7	37m5s	0.025	"	0.0222	"	0.0852	0.1419	0.97	5.64	"	5.00 $\times 10^{-3}$	7.21	1620	0.970	1.006 $\times 10^4$	河床位置 2M	
8	42m5s	0.022	"	0.0198	"	0.0804	0.1265	0.94	4.23	"	3.88 $\times 10^{-3}$	6.88	1818	0.732	0.667 $\times 10^4$	河床位置 2M	
9	47m5s	0.005	"	0.0140	"	0.0625	0.0891	0.54	2.00	"	2.50 $\times 10^{-3}$	4.69	2667	1.002	0.706 $\times 10^4$	河床位置 2M	
10	52m5s	0.010	"	0.0085	"	0.057	0.060	0.97	6.64	"	2.50 $\times 10^{-3}$	3.13	4000	1.182	0.349 $\times 10^4$	河床位置 2M	
11	57m5s	0.012	"	0.0113	"	0.0602	0.0723	0.26	4.22	"	1.94 $\times 10^{-3}$	3.25	3333	0.258	2.291 $\times 10^4$	河床位置 2M	
12	62m5s	0.012	"	0.0113	"	0.0602	0.0723	0.21	3.44	"	1.25 $\times 10^{-3}$	3.25	3333	0.612	2.030 $\times 10^4$	河床位置 2M	
13	57m5s	0.012	"	0.0113	"	0.0602	0.0723	0.38	6.25	"	1.25 $\times 10^{-3}$	3.25	3333	1.108	0.826 $\times 10^4$	河床位置 2M	

土木研究所 実験水路におけるデータ

S 52.8.19

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 B (m)	(4) 河深 R (m)	(5) 河床 勾配 1/30	(6) 掃流力 U _{bc} (cm/s)	(7) 無砂化 掃流力 U _{ns} (cm/s)	(8) 平均流速 U _m (cm/s)	(9) U _{1/2} (cm/s)	(10) 粒 径 d _{mod} (mm)	(11) 流量 Q (cm ³ /s)	(12) H/d _m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	8a	0.010	0.4	0.0085	1/30	0.059	0.060	0.02	2.63	0.0022	2.00	3.13	40.00	1.342	2.370 x10 ⁴		測定位置2M 先流計位置2M
2	13a	0.018	"	0.0165	"	0.0734	0.084	0.34	4.63	"	2.50	5.63	22.22	0.810	0.662 x10 ⁴	中流計 217" - 11	
3	18a	0.016	"	0.0108	"	0.0685	0.086	0.36	5.18	"	2.50	5.00	25.00	0.709	0.408 x10 ⁴	"	
4	23a	0.021	"	0.0170	"	0.0780	0.123	0.18	2.29	"	4.00	6.56	19.05	0.399	0.339 x10 ⁴	"	
5	28a	0.026	"	0.0230	"	0.0867	0.146	0.50	5.77	"	5.00	2.13	15.38	0.791	1.139 x10 ⁴	"	
6	33a	0.019	"	0.0120	"	0.172	0.118	"	"	"	5.00	5.94	21.5		0.837 x10 ⁴	"	
7	38a	0.023	"	0.0206	"	0.0820	0.1317	0.41	5.00	"	3.50	7.19	12.39	0.864	0.721 x10 ⁴	"	
8	43a	0.014	"	0.0131	"	0.0645	0.0835	0.21	3.21	"	2.50	4.38	28.57	0.567	0.722 x10 ⁴	"	
9	48a	0.021	"	0.0170	"	0.0780	0.123	0.41	5.21	"	2.50	6.56	19.05	0.704	0.722 x10 ⁴	"	
10	53a	0.020	"	0.0182	"	0.0770	0.101	0.23	2.99	"	1.75	6.25	20.00	0.520	0.414 x10 ⁴	"	

土木研究所 実験水路におけるデータ

S 62.8.20

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 E (m)	(4) 径深 R (m)	(5) 河床 勾配	(6) 掃出力 W (g)	(7) 無次元 掃出力 W/BR	(8) 平均流速 U_m (m/s)	(9) 流速 U (m/s)	(10) 粒 径 d (mm)	(11) 流量 Q (m³/s)	(12) H/d	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	8m	0.012	0.4	0.013	1/30	0.0662	0.0233	0.40	0.58	0.012	2.00	3.25	33.33	1.66	0.000	X10 ⁴	測定位置 2M 土質 砂質土
2	17m	0.018	"	0.015	"	0.0734	0.0244	0.39	0.31	"	2.50	6.67	22.22	0.72	0.000	X10 ⁴	(中流) 砂質土
3	18m	0.021	"	0.010	"	0.0788	0.0263	0.26	0.30	"	2.50	6.56	19.05	0.573	0.000	X10 ⁴	"
4	23m	0.034	"	0.014	"	0.0836	0.0368	0.26	0.30	"	4.00	7.50	16.67	0.262	0.000	X10 ⁴	"
5	28m	0.036	"	0.020	"	0.0847	0.0448	0.39	0.50	"	5.00	8.13	15.38	0.272	0.000	X10 ⁴	"
6	33m	0.033	"	0.0206	"	0.0820	0.0379	0.51	0.22	"	5.00	7.19	17.39	1.024	0.000	X10 ⁴	"
7	38m	0.020	"	0.010	"	0.0770	0.0461	0.47	0.10	"	3.50	6.25	20.00	1.062	0.000	X10 ⁴	"
8	43m	0.018	"	0.0131	"	0.0663	0.0286	0.24	0.36	"	2.50	6.30	22.67	0.765	0.000	X10 ⁴	"
9	48m	0.017	"	0.0147	"	0.0715	0.0400	0.36	0.03	"	2.50	5.31	23.53	0.222	0.000	X10 ⁴	"
10	53m	0.010	"	0.0074	"	0.0657	0.0608	0.12	0.65	"	1.75	3.13	40.00	0.223	0.000	X10 ⁴	"
11	58m	0.012	"	0.0113	"	0.0608	0.0723	0.11	1.81	"	1.15	3.25	33.33	0.321	0.000	X10 ⁴	"
12	63m	0.012	"	0.0113	"	0.0608	0.0723	0.39	0.82	"	1.15	3.25	33.33	1.127	0.000	X10 ⁴	"

土木研究所 実験水路におけるデータ

852, 8, 23

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 B (m)	(4) 径深 R (m)	(5) 河床 勾配 1/30	(6) 掃流力 U _{cr} (m/s)	(7) 掃流力 U _{cr} (m/s)	(8) 平均流速 V _m (m/s)	(9) 流速 V _m (m/s)	(10) 粒径 d _{max} (mm)	(11) 流量 Q (m³/s)	(12) H/a _m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 状態	(17) 備考
1	7.15	0.017	0.4							0.0032	1.81						砂面測定位置2.5m
2	12.15	0.017	"	0.0157	"	0.0715	0.1000	"	"	"	2.50	5.31	23.53				流速計位置2.5m
3	17.15	0.017	"	0.0157	"	0.0715	0.1000	0.15	2.10	"	2.50	5.31	23.53	0.367		砂面	
4	22.15	0.029	"	0.0246	"	0.0895	0.068	0.53	5.92	"	3.63	8.75	18.29	1.012		"	
5	27.15	0.025	"	0.0222	"	0.0852	0.149	0.66	6.58	"	5.00	7.81	16.00	1.131		"	
6	32.15	0.023	"	0.0206	"	0.0820	0.1317	0.50	6.09	"	5.00	7.19	17.39	1.053		"	
7	37.15	0.021	"	0.0190	"	0.0788	0.1213	0.46	5.84	"	3.88	6.56	19.05	1.014		"	
8	42.15	0.013	"	0.0122	"	0.0631	0.0709	0.44	6.99	"	2.50	4.06	20.77	1.233		"	
9	47.15	0.015	"	0.0140	"	0.0675	0.0891	0.43	6.37	"	2.50	4.67	26.67	1.122		"	2
10	52.15	0.010	"	0.0095	"	0.0557	0.0608	0.31	5.56	"	1.94	3.13	40.00	0.990		"	
11	57.15	0.009	"	0.0086	"	0.0530	0.0550	0.08	1.56	"	1.25	2.81	44.64	0.269		"	

土木研究所 実験水路におけるテ-タ

S.52.8.24

5.22.0.24

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m) 測定 方法	(3) 河幅 E (m) 方法	(4) 河床 R (m)	(5) 河床 勾配 1/30	(6) 掃孔力 U ₁₀ (cm/s)	(7) 掃孔力 U ₁₀ (cm/s)	(8) 平均流速 V (cm/s) 測定 方法	(9) 平均流速 V (cm/s) 測定 方法	(10) 粒 径 d max (mm) d mean (mm) 測定 方法	(11) 流量 Q (l/s)	(12) H/d _m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	7.15	0.011	0.4	0.0104	1/30	0.0583	0.0666	0.56	9.60	0.0072	1.81	3.94	26.36	1.906	0.577	測定位置 3H	
2	12.15	0.016	"	0.0148	"	0.0695	0.0745	0.40	5.75	"	2.50	5.00	25.00	1.01	0.557	測定位置 2H	917 Freq
3	17.15	0.022	"	0.0198	"	0.0804	0.1245	0.22	2.74	"	2.50	6.88	18.18	0.974	0.532	測定位置 2H	
4	22.15	0.023	"	0.0206	"	0.082	0.1317	0.58	7.07	"	3.63	7.19	17.37	1.222	1.185	"	
5	27.15	0.023	"	0.0206	"	0.082	0.1317	0.43	5.24	"	5.00	7.19	17.37	0.906	0.878	"	
6	32.15	0.023	"	0.0206	"	0.082	0.1317	0.37	4.75	"	5.00	7.19	17.37	0.821	0.797	"	
7	37.15	0.036	"	0.0305	"	0.0978	0.1948	0.63	6.31	"	7.25	11.25	11.11	1.061	1.703	"	
8	42.15	0.035	"	0.0298	"	0.0986	0.1702	0.77	7.81	"	10.00	10.94	11.43	1.315	2.271	"	
9	47.15	0.037	"	0.0312	"	0.1008	0.1993	0.75	7.43	"	10.00	11.56	10.81	1.246	2.319	"	
10	52.15	0.035	"	0.0298	"	0.0986	0.1902	0.63	6.37	"	7.95	10.94	11.43	1.078	1.858	"	
11	57.15	0.024	"	0.0214	"	0.0836	0.1368	0.52	6.22	"	5.00	7.50	16.67	1.072	1.182	"	
12	62.15	0.025	"	0.0222	"	0.0852	0.1479	0.47	5.52	"	5.00	7.81	16.00	0.955	1.075	"	
13	67.15	0.019	"	0.0174	"	0.0712	0.1108	0.42	5.58	"	3.88	5.94	21.05	0.973	0.722	"	
14	72.15	0.015	"	0.014	"	0.0675	0.0891	0.43	6.37	"	2.50	4.76	26.67	1.122	0.594	"	
15	77.15	0.017	"	0.0157	"	0.0715	0.1006	0.35	4.89	"	2.50	5.31	23.53	0.857	0.543	"	
16	82.15	0.015	"	0.014	"	0.0675	0.0891	"	"	"	1.94	4.76	26.67	"	"	"	
17	87.15	0.010	"	0.0095	"	0.0557	0.0608	0.51	9.15	"	1.25	3.13	40.00	1.667	0.441	"	

土木研究所 実験水路におけるデータ

S 52.8.25

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 B (m)	(4) 径深 R (m)	(5) 河床 勾配 1/30	(6) 掃孔力 1/30	(7) 平均流速 U _m (m/s)	(8) 平均流速 U _m (m/s)	(9) 平均流速 U _m (m/s)	(10) 粒 径 d (m)	(11) 流量 Q (m³/s)	(12) H/ d (m)	(13) B/ H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形状	(17) 備考
1	7.15	0.014	0.4	0.0131	0.0653	0.0835	0.36	5.51	0.0032	1.81	4.38	28.57	0.992	0.66	0.528	河床形状 3H	測定位置 3H
2	12.15	0.016	"	0.0148	0.0895	0.0946	0.36	5.12	"	2.50	5.00	25.00	0.909	0.58	0.528	河床形状 2H	Free
3	17.15	0.021	"	0.0190	0.0988	0.1213	0.36	3.94	"	2.50	6.56	17.05	0.683	0.58	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
4	27.15	0.023	"	0.0206	0.0820	0.1317	0.36	4.39	"	3.63	9.19	17.37	0.758	0.73	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
5	27.15	0.025	"	0.0222	0.0852	0.1419	0.36	4.11	"	5.00	7.81	16.00	0.907	0.79	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
6	32.15	0.027	"	0.0238	0.0881	0.1519	0.42	4.77	"	5.00	8.44	14.81	0.816	0.78	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
7	37.15	0.043	"	0.0354	0.1075	0.2259	0.60	5.58	"	7.25	13.44	9.30	0.924	2.102	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
8	42.15	0.038	"	0.0319	0.1021	0.2039	0.62	6.07	"	10.00	11.88	10.53	1.016	1.96	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
9	47.15	0.039	"	0.0326	0.1032	0.2084	0.64	6.20	"	10.00	12.19	10.26	1.035	2.068	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
10	52.15	0.033	"	0.0283	0.0961	0.1808	0.65	6.76	"	7.75	10.31	12.12	1.143	1.823	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
11	57.15	0.028	"	0.0246	0.0895	0.1568	0.42	4.69	"	5.00	8.75	14.39	0.802	1.021	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
12	62.15	0.024	"	0.0214	0.0836	0.1368	0.31	3.71	"	5.00	7.50	16.67	0.639	0.658	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
13	67.15	0.020	"	0.0182	0.0790	0.1161	0.41	5.32	"	3.88	6.25	20.00	0.926	0.738	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
14	72.15	0.017	"	0.0157	0.0715	0.1000	0.39	5.65	"	2.50	5.31	23.13	0.955	0.65	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
15	77.15	0.018	"	0.0165	0.0716	0.1054	0.30	4.07	"	2.50	5.63	22.22	0.712	0.69	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H
16	82.15	0.007	"	0.0068	0.0090	0.0432	"	"	"	1.94	2.19	57.14	"	"	"	河床形状 2H	測定位置 2H
17	87.15	0.011	"	0.0104	0.0503	0.0666	0.37	6.69	"	1.25	3.44	36.36	1.188	0.401	0.528	河床形状 2H	測定位置 2H

土木研究所 実験水路におけるデータ

S 52.8.26

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 E (m)	(4) 水深 R (m)	(5) 河床 勾配 1/30	(6) 掃流力 無水化 1/30	(7) 平均流速 U _m (m/s)	(8) 流速 U _{0.10} (m/s)	(9) 流速 U _{0.10} (m/s)	(10) 粒 径 d _{mod} (m)	(11) 流量 Q (m³/s)	(12) H/a _m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備考
1	7.15	"	0.4	"	1/30	"	"	"	"	0.0032	1.25	"	"	"	"	"	測定位置3H 流速計設置2H
2	12.15	"	"	"	"	"	0.30	"	"	"	1.81	"	"	"	"	"	Not Free
3	17.15	0.015	"	0.0140	"	0.0675	0.0891	0.39	5.78	"	2.50	4.69	26.67	1.017	0.539	"	
4	22.15	0.017	"	0.0157	"	0.0915	0.1080	0.43	6.01	"	2.50	5.31	23.53	1.053	0.667	"	(中略)
5	27.15	0.022	"	0.0198	"	0.0804	0.1285	0.37	4.6	"	3.63	6.88	18.18	0.797	0.726	"	
6	32.15	0.024	"	0.0214	"	0.0896	0.1368	0.53	6.34	"	5.00	7.50	16.67	1.093	1.125	"	0
7	37.15	0.020	"	0.0182	"	0.0790	0.1141	0.52	6.15	"	5.00	6.25	20.00	1.175	0.906	"	
8	42.15	0.023	"	0.0206	"	0.0820	0.1317	0.62	7.56	"	7.25	7.19	17.39	1.306	1.266	"	0
9	47.15	0.035	"	0.0298	"	0.0786	0.1902	0.64	6.19	"	10.00	10.94	11.43	1.073	1.338	"	0
10	52.15	0.037	"	0.0312	"	0.1009	0.1793	0.68	6.74	"	10.00	11.54	10.81	1.129	2.102	"	
11	57.15	0.032	"	0.0296	"	0.0749	0.1761	0.63	6.64	"	7.75	10.00	12.50	1.125	1.721	"	
12	62.15	0.023	"	0.0206	"	0.0820	0.1317	0.45	5.48	"	5.00	7.17	17.37	0.948	0.919	"	(中略)
13	67.15	0.027	"	0.0228	"	0.0881	0.1519	0.43	4.88	"	5.00	8.44	14.81	0.836	1.013	"	0
14	72.15	0.021	"	0.0170	"	0.0788	0.1213	0.34	4.32	"	3.88	6.56	17.05	0.749	0.640	"	
15	77.15	0.019	"	0.0174	"	0.0752	0.1108	0.17	2.26	"	2.50	5.90	21.05	0.374	0.202	"	
16	82.15	0.019	"	0.0174	"	0.0752	0.1108	"	"	"	2.50	5.94	21.05	"	"	"	
17	87.15	0.016	"	0.0148	"	0.0695	0.0946	0.52	7.48	"	1.94	5.00	25.00	1.313	0.783	"	

土木研究所 実験水路におけるデータ

5.52.8.30

資料 番号	(1) 測定 分秒	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 E (m)	(4) 径深 R (m)	(5) 河床 勾配	(6) 掃流力 U _{BR}	(7) 無砂化 掃流力 U _{BR}	(8) 平均流速 U _{平均}	(9) U _{平均}	(10) 粒 径 d _{max} d _{mean} (m)	(11) 流量 Q (m ³ /s)	(12) H/ d _m	(13) B/ H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形態	(17) 備 考
1	7.15	0.010	0.4	0.0075	1/30	0.0537	0.0668	0.30	5.38	0.0032	1.25	3.13	60.00	0.958	0.203 ×10 ⁴		測定位置2.0H 表設計位置2.0H
2	12.15	0.010	"	0.0075	"	0.0537	0.0668	0.29	5.20	"	1.81	3.13	46.00	0.926	0.276 ×10 ⁴		21.7" 横工
3	17.15	0.013	"	0.0122	"	0.0631	0.0777	"	"	"	2.50	2.06	30.77	"	"		"
4	22.15	0.012	"	0.0113	"	0.0668	0.0723	0.26	4.28	"	2.50	3.75	33.33	0.758	0.291 ×10 ⁴		
5	27.15	0.018	"	0.0165	"	0.0730	0.1054	0.16	6.27	"	3.63	5.63	22.22	1.095	0.172 ×10 ⁴	"	"
6	32.15	0.024	"	0.0214	"	0.0826	0.1368	0.17	4.42	"	5.00	7.50	16.67	0.763	0.1785 ×10 ⁴	"	"
7	37.15	0.027	"	0.0238	"	0.0881	0.1517	0.15	5.11	"	5.00	8.00	14.51	0.815	1.060 ×10 ⁴	"	"
8	42.15	0.033	"	0.0283	"	0.0961	0.1808	0.17	4.87	"	7.25	10.31	12.12	0.826	1.318 ×10 ⁴		
9	47.15	0.041	"	0.0340	"	1.1054	0.272	0.62	5.88	"	10.00	12.61	9.76	0.778	2.087 ×10 ⁴		
10	52.15	0.036	"	0.0315	"	0.0778	0.1118	0.63	6.31	"	10.00	11.25	11.11	1.061	1.903 ×10 ⁴	"	
11	57.15	0.034	"	0.0291	"	0.0774	0.1855	0.60	6.16	"	7.75	10.63	11.76	1.037	1.726 ×10 ⁴	"	
12	62.15	0.026	"	0.0230	"	0.0867	0.1169	0.63	7.27	"	5.00	8.13	15.80	1.248	1.635 ×10 ⁴		
13	67.15	0.023	"	0.0206	"	0.0820	0.1317	0.65	5.48	"	5.00	7.19	17.31	0.948	0.917 ×10 ⁴		
14	72.15	0.025	"	0.0222	"	0.0852	0.1419	0.62	4.93	"	3.88	9.81	16.00	0.849	0.927 ×10 ⁴	"	
15	77.15	0.020	"	0.0182	"	0.0790	0.1161	0.17	2.21	"	2.50	6.25	20.00	0.884	0.306 ×10 ⁴	"	
16	82.15	0.018	"	0.0165	"	0.0734	0.1054	"	"	"	2.50	5.63	22.22	"	"	"	
17	87.15	0.020	"	0.182	"	0.0770	0.116	"	"	"	1.94	6.25	20.00	"	"	"	

952.8.31

資料 番号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	測定 分秒	水 H (m)	位 測定 方法	河幅 B (m)	径深 R (m)	河床 河配	掃泥力 掃泥力 掃泥力	平均流速 平均流速 平均流速	流速 流速 流速	粒 径 測定 方法	流量 Q (m³/s)	H/a m	B/H	Fr	Re	河床 形態	備考
1	6.30	0.012	YH	0.4	0.012	1/30	0.060	0.022	0.3	5.10	0.0022	1.63	3.25	3.233	0.834	0.340	測定位置 4M
2	16.30	0.017	"	"	0.015	"	0.0745	0.100	0.35	4.8P	2.50	4.3	2.363	0.857	0.402	河床 砂 5M	河床 砂 5M
3	16.30	0.018	"	"	0.015	"	0.0738	0.104	0.35	4.77	2.50	4.62	2.222	0.833	0.422	河床 砂 5M	河床 砂 5M
4	26.30	0.012	"	"	0.015	"	0.0734	0.155	0.32	4.36	2.13	4.13	2.222	0.763	0.523	河床 砂 5M	河床 砂 5M
5	26.30	0.012	"	"	0.012	"	0.063	0.077	0.46	7.2P	1.25	4.06	3.077	1.30P	0.406	河床 砂 5M	河床 砂 5M
													</				

5.52.9.1

资料 编号	(1) 测定 分秒	(2) 水位 H (m) 测定 方法	(3) 河幅 E (m)	(4) 径深 R (m)	(5) 河床 勾配 1/30	(6) 抵抗力 U ₀ (kg/cm ²)	(7) 无淤积 U ₀ (kg/cm ²)	(8) 平均流速 U ₀ (m/sec)	(9) 测定 方法	(10) 粒 径 max d (m) mean (m)	(11) 流量 Q (sec)	(12) H/d m	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 形态	(17) 備考
1	7.30	0.024	0.4	0.024	1/30	0.0876	0.1368	0.25	2.77	0.0012	5.0	7.50	16.67	0.515	0.520 x10 ⁴	河床 形态	测定位置30 式計位置20 317. フリー
2	12.30	0.026	"	0.0230	"	0.0847	0.1469	0.41	4.73	"	"	8.13	15.38	0.812	0.934 x10 ⁴	"	"
3	17.30	0.027	"	0.0230	"	0.0881	0.1577	0.42	4.77	"	"	8.44	14.61	0.816	0.939 x10 ⁴	"	"
4	22.30	0.021	"	0.0170	"	0.0788	0.1213	0.34	4.32	"	"	6.56	19.05	0.707	0.620 x10 ⁴	"	"
5	27.30	0.024	"	0.0160	"	0.0836	0.1368	0.40	4.78	"	"	7.50	16.67	0.825	0.847 x10 ⁴	"	"
6	32.30	0.025	"	0.0222	"	0.0812	0.1419	0.45	5.28	"	"	7.81	16.00	0.707	0.970 x10 ⁴	"	"
7	37.30	0.023	"	0.0208	"	0.0820	0.1317	0.35	4.27	"	"	7.17	17.39	0.787	0.715 x10 ⁴	"	"
8	42.30	0.025	"	0.0222	"	0.0812	0.1419	0.30	3.52	"	"	7.81	16.00	0.608	0.660 x10 ⁴	"	"
9	47.30	0.024	"	0.0218	"	0.0836	0.1568	"	"	"	"	7.50	16.00	"	"	"	"

552.9.2

— 105 —

5.52.9.3

資料 番号	(1) 測定 秒数	(2) 水位 H (m)	(3) 河幅 B (m)	(4) 河深 R (m)	(5) 河床 河型	(6) 掃流力 流速	(7) 平均流速 流速	(8) 平均流速 流速	(9) 流速 流速	(10) 粒 径 d max d mean (m)	(11) 流量 Q (m³/s)	(12) H/a	(13) B/H	(14) Fr	(15) Re	(16) 河床 河型	(17) 備考
		(m)	方法			1/30	1/30	1/30	1/30		測定 方法						
1	5.45	0.021	X ₁₀	0.4	0.0190	1/30	0.0888	0.1213	0.51	6.48	0.0032	5.0 X ₁₀	6.56	19.05	1.128	0.960 X ₁₀ ⁴	測定位置35m 河床河型B5m 347°横工
2	10.45	0.026	"	"	0.0230	"	0.0847	0.1469	0.37	4.27	"	"	8.13	15.38	0.733	0.303 X ₁₀ ⁴	" (3° 6°)
3	15.45	0.030	"	"	0.0261	"	0.0923	0.1615	0.38	4.12	"	"	9.38	13.33	0.701	0.302 X ₁₀ ⁴	"
4	20.45	0.025	"	"	0.0232	"	0.0852	0.1449	0.44	5.17	"	"	7.81	16.00	0.589	0.268 X ₁₀ ⁴	"
5	25.45	0.027	"	"	0.0238	"	0.0881	0.1577	0.38	4.31	"	"	8.44	14.31	0.737	0.385 X ₁₀ ⁴	"
6	30.45	0.025	"	"	0.0222	"	0.0852	0.1419	0.30	3.52	"	"	7.81	16.00	0.606	0.110 X ₁₀ ⁴	"
7	35.45	0.026	"	"	0.0230	"	0.0867	0.1469	0.37	4.27	"	"	8.13	15.38	0.733	0.303 X ₁₀ ⁴	"
8	40.45	0.026	"	"	0.0230	"	0.0867	0.1469	0.30	5.77	"	"	8.13	15.38	0.991	1.138 X ₁₀ ⁴	"
9	45.45	0.031	"	"	0.0265	"	0.0926	0.1714	0.45	4.31	"	"	9.67	12.90	0.816	1.196 X ₁₀ ⁴	"