

ISSN 0386-5878

土研資料第1408号

土木研究所資料

流路工に関する研究(4)

—砂礫堆に関する研究—

昭和53年10月

建設省土木研究所
砂防部砂防研究室

目 次

は じ め に	1
第 1 章 水理実験からみた砂礫堆について	3
1 - 1 研究の目的とその必要性	3
1 - 2 従来の研究と本研究の考え方	4
1 - 2 - 1 実験領域	4
1 - 2 - 2 砂礫堆の形成限界および平面形態区分	5
1 - 2 - 3 砂礫堆の形状	8
1 - 2 - 4 砂礫堆の移動速度	8
1 - 2 - 5 砂礫堆の移動と流出土砂量	9
1 - 2 - 6 流水抵抗への影響	9
1 - 3 実験装置と実験方法	9
1 - 4 実験結果と考察	12
1 - 4 - 1 砂礫堆の形成限界と平面形態区分	12
1 - 4 - 2 砂礫堆の形状	14
1 - 4 - 3 砂礫堆の移動速度	18
1 - 4 - 4 砂礫堆と流出土砂量	22
1 - 4 - 5 流水抵抗 への影響	24
1 - 5 ま と め	26
1 - 6 今後の問題点	26
参考文献	27
第 2 章 既設流路工における砂礫堆について	29
2 - 1 現地における砂礫堆調査	29
2 - 2 形成条件と形態区分	29
2 - 3 砂礫堆の形状	33
2 - 4 ま と め	38
参考文献	45
附 - 1 調査要領および調査表	47
附 - 2 調査写真集	119

は　じ　め　に

扇状地上の河道は平面的に自由な流向を示しうるため、堤防などの面的な規制のない場合偏流を呈する。また縦断的にも土砂の洗掘、堆積が生じやすく変動が著るしい。このような河道において流路を安定化させ、土砂災害を防止する目的で、全国各地で砂防流路工が施工されている。

しかし、砂防流路工を施工するような河道は、河床勾配が急でかつ河床材料の粒径が大きいという特性を有しており、洪水の継続時間の短かいこと、河状係数が大きいことなどの性質も加わって、河床変動が著るしく、緩流河川にない特性を有している。このため扇状地上での流路工計画はその条件設定が難かしい。

そこで、急勾配河川における河床変動を明確に把握し、流路工計画の基礎的資料を得るため、特に河床変動のうち中規模河床形態に着目して砂礫堆に関する研究を実施した。

ここに中規模河床形態としての砂礫堆に関する水理実験結果を報告し、加えて既でに施工された流路工に形成されている中規模河床形態としての砂礫堆についての調査結果を報告するものである。

本報告作成に際し、御指導いただいた土木研究所砂防研究室 泉室長に感謝の意を表するとともに、文献資料を数多く利用させていただいた木下良作博士、また現地調査を実施していただいた建設省砂防関係工事々務所および道府県の砂防課、土木事務所の関係各位に多大の謝意を表します。

土 木 研 究 所 砂 防 研 究 室

主 任 研 究 員 池 谷 浩

伊 巻 幹 雄

記 号 一 覧 表

A	: 流水断面積
B	: 河幅 or 水路幅
dm	: 河床材料の平均粒径
Fr	: フルード数 $Fr = U_m / \sqrt{g H_m}$
g	: 重力加速度
Hm	: 平均水深
hs	: 砂礫堆の高さ
I	: 河床勾配
Ie	: エネルギー勾配
L	: 流路区間長
ls	: 砂礫堆の長さ
n	: マンニングの粗度係数
Q	: 流 量
qs	: 単位幅, 単位時間当りの掃流砂量の容積
qs*	: 無次元化した単位幅, 単位時間当りの掃流砂量の容積
R	: 径 深
S	: 河床材料の水中での比重 $S = (r_s / r_w - 1)$
U*	: 摩擦速度 $U_* = \sqrt{g R I}$
U*.c	: 限界摩擦速度
Un	: 平均流速
rs	: 土粒子の単位体積重量
rw	: 水の単位体積重量
ν	: 動粘性係数
σ	: 河床材料の標準偏差
τ*	: 無次元化した掃流力 $\tau_* = U_*^2 / sgdm$
τo	: 底面における河床の剪断力
τoc	: 限界剪断力
φ	: 流速係数 $\phi = U_m / U_*$

第1章 水理実験からみた砂礫堆について^(*)

1-1. 研究の目的とその必要性

砂防流路工が施工されるような急勾配河道（河床勾配が1/100より急な河道とする）における河床変動に最も影響を与える因子として、木下⁽¹⁾のいう「砂礫堆」をとりあげ、砂礫堆による河床変動と流路工との関係を明確にしようとしたもので、ここで言う砂礫堆とは交互砂州を意味するのではなく、中規模河床形態すべての表現と解して研究対象としている。

しかも砂防流路工に影響を与える度合いが最も大きいのは、中規模河床形態としての砂礫堆のうちでも単列砂礫堆であることが、実際河川での現象や水理実験から判断できた。そこで本研究においては、次の点に視点をおいて研究をおこなった。

- (1) ある水理条件において砂礫堆は形成されるかどうか。
 - イ) 形成された砂礫堆の形態はどのようなものか。
 - 1) 平面形状（単列、複列、網状）
 - ロ) 長さ
 - ハ) 高さ
- (2) 砂礫堆は移動するか。移動した時の流出土砂量は掃流力と比較してどうか。
 - イ) 速度
 - ロ) 停止条件
 - ハ) 流出土砂量

- (4) 砂礫堆が形成された場合、流水抵抗に影響を与えるか。

以上の研究目的と流路工計画との関係は以下のとおりである。

- (1) 砂礫堆が形成される流路においては、(2)以下の検討が必要となる。
 - (2) イ) 平面形状……水衝部（かなりの流量では砂堆の固定が考えられるから水衝部の固定化が判明し、工作物災害への対応が可能となるだろう）での補強対策が可能となる。
 - ロ) 長さ………危険区域の長さが判明する。
 - ハ) 高さ………護岸高、根入れ深さの検討が可能となる。
 - (3) イ) 速度………対応する流量の出現確率と災害（工作物の被災を含む）との関係が判明することにより工作物の強度、補強範囲が検討できる。
 - ロ) 停止条件……砂礫堆を停止させた方がよいか停止させない方がよいかの検討が可能となる。
 - ハ) 流出土砂量…土砂量の多害は砂防計画に関係する。

- (4) 砂礫堆の有無が流水抵抗に影響がある場合には、計画粗度係数に関係する。

このように砂礫堆と流路工計画の関連がより明確となり今後の設計に充分役立つ資料が得られ

(*) 池谷浩、伊巻幹雄＝急勾配水路における砂礫堆について、新砂防投稿中

ると考えられる。

1-2 従来の研究と本研究の考え方

1-2-1 実験領域

砂礫堆に関する研究は木下⁽¹⁾をはじめ多くの研究者によって研究・発表されているが、砂防流路工が施工されるような急勾配河川を模した急勾配水路（水路勾配が1/100よりも急な水路）での実験は木下^{(1),(2)}、池田⁽³⁾、吉野⁽⁴⁾によるものくらいである。また三氏の実験は一定流量における実験であって、洪水波形を有するような流量変化についての実験はおこなっていない。

そこで、本実験は他の研究者の実験領域以外で、しかも、砂防流路工のための基礎資料となりうる領域であることを前提にして、流量、河床勾配および使用砂の粒径を決定した。これらの関係は図-1、図-2に示した。また流量に関しては、一定流量の他に、洪水波形を有する流量変化を取り入れて、現地河川と検討をおこなえるような資料を得ようと考えた。

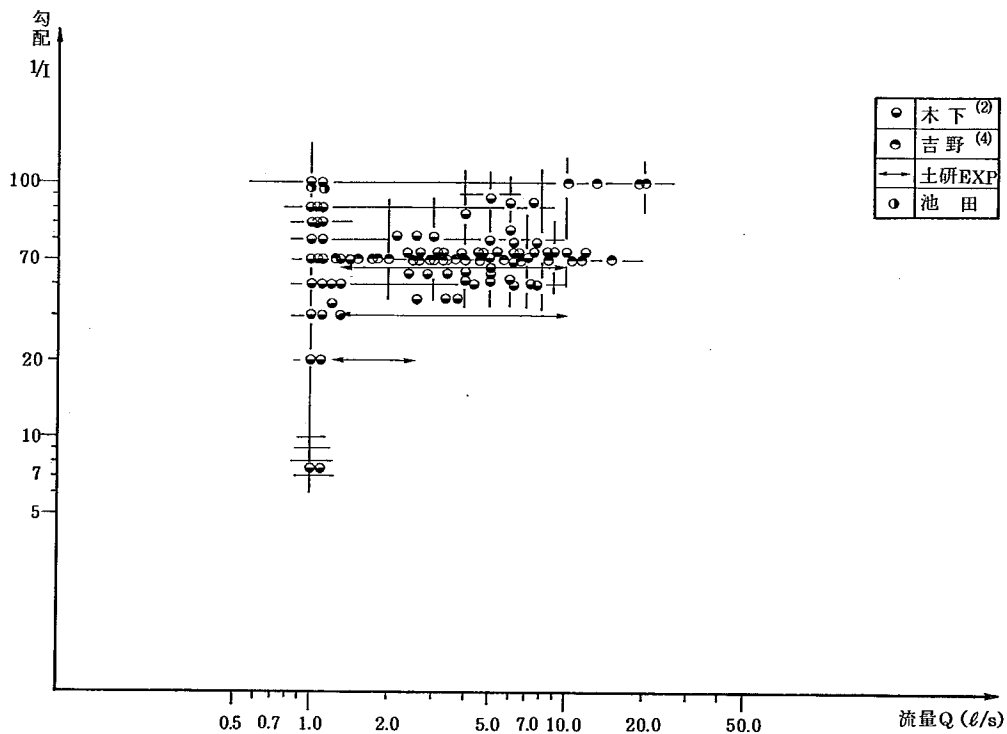


図-1 実験領域－勾配と流量－

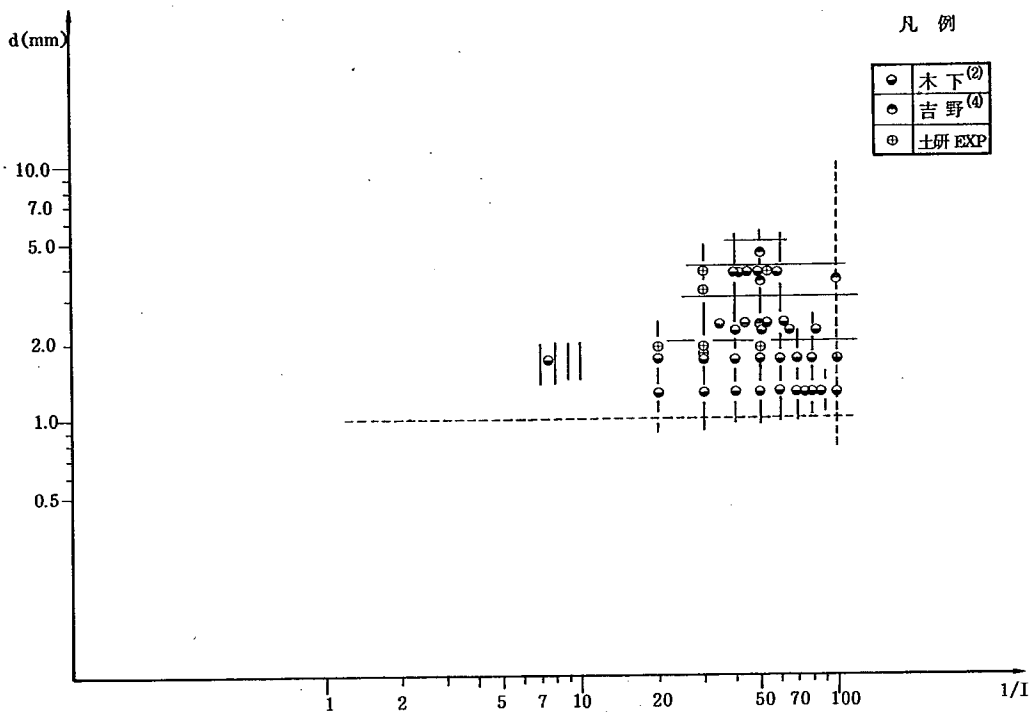


図-2 実験領域-平均粒径-

1-2-2 砂礫堆の形成限界および平面形態区分

中規模河床形態としての砂礫堆に関する平面形態区分を含めた形成限界について、急勾配水路の実験結果からは池田⁽³⁾による区分がある。木下は形成限界のみで平面形態区分に関しては発表していない^{(1),(2)}。木下の形成限界の1つにフルード数による境界があって、流れのフルード数が3以下の場合に砂礫堆は形成されるとしているが、他の木下の示した砂礫堆形成条件内でかつフルード数が1.1～1.3の領域になると筆者の実験では砂礫堆形成がみられなかった。また池田の区分法に筆者の実験結果をあてはめたところ(図-3参照)。まったく別の領域に入ってしまった。

緩勾配水路による実験からの砂礫堆形成限界および平面形態区分は、村本・藤田⁽⁵⁾黒木・岸・板倉⁽⁶⁾銚川⁽⁷⁾によって発表されているので、実験条件は異なるが、境界条件について筆者らの実験結果を用いて検討してみた。

村本ら⁽⁵⁾は「 $\tau_* < 0.6$ かつ $I < 1/20$ の条件下では、交互砂州の形成限界は河床勾配に無関係で、 Hm/dm と $(B/dm)^{2/3}$ の比のみが支配パラメータとなる」としている。しかし、これらの前提条件である $R(I)$ と I との関係はかならずしも村本らが言うように一定ではなく(図-4参照)、交互砂州の形成限界も筆者の実験結果からは適合していないことが判明した(図-5)。

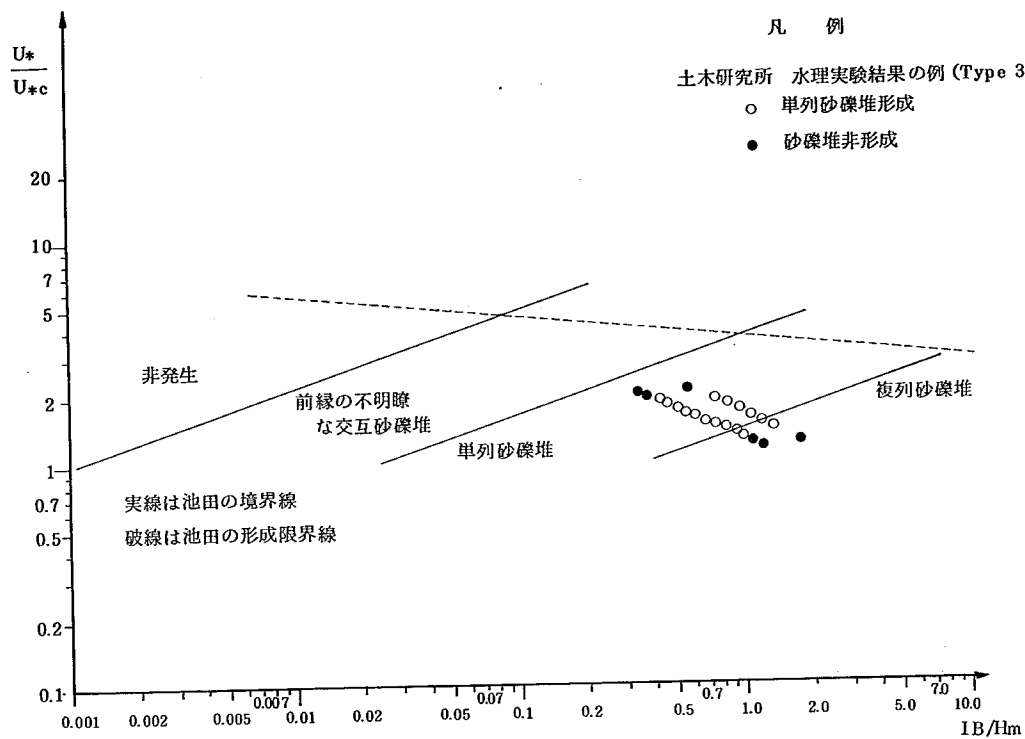


図-3 池田⁽³⁾の形成領域と筆者の実験結果との関係

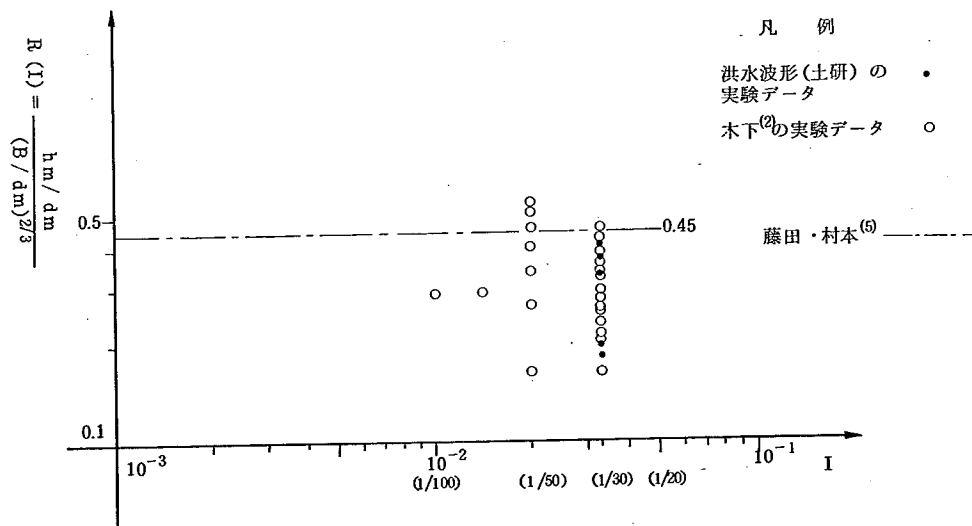


図-4 村本⁽⁵⁾・藤田の $R(I)$ と I の関係

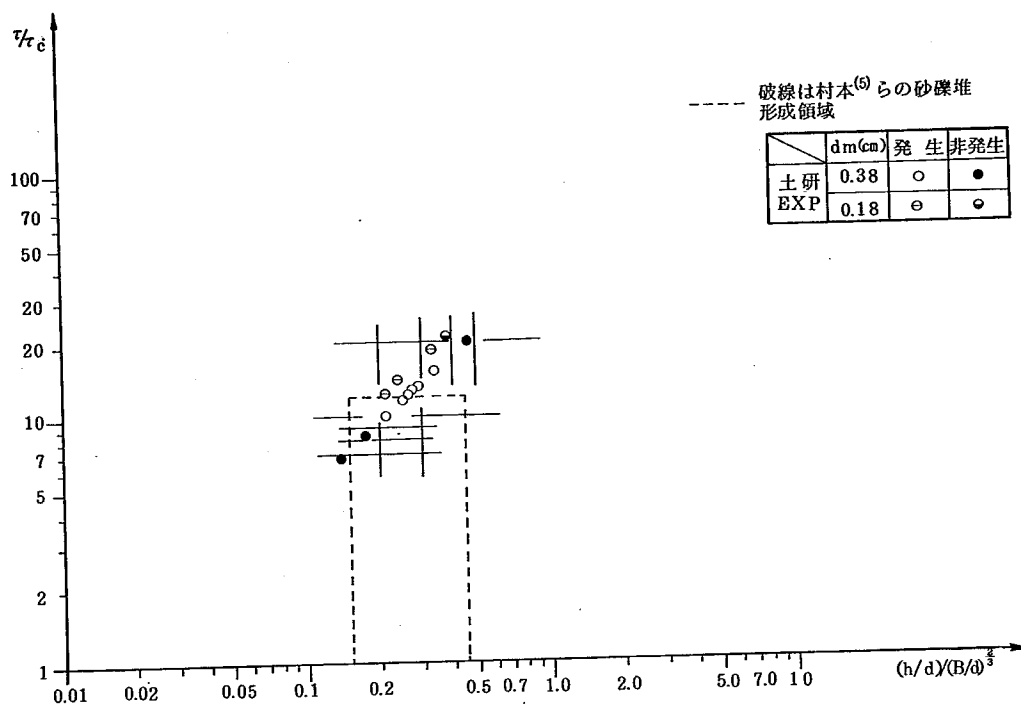


図-5 村本⁽⁵⁾らの形成領域と筆者の実験結果との関係

黒木⁽⁶⁾の結果は池田⁽³⁾の結果を使用しているのでここでは省略する。鮭川⁽⁷⁾は $(U_*/U_{*c})^2$ と $(B \cdot I/R) \cdot (U_*/U_{*c})$ とで平面形態の領域区分をおこなったが、単列砂礫堆と複列砂礫堆の区分を充分表現できないことがわかっている⁽⁸⁾。

以上から、従来の研究では急勾配水路における砂礫堆の形成限界および平面形態区分が明確に表現されることが判明したので、筆者は以下に述べる次元解析によって検討をおこなった。すなわち、中規模河床形態を支配する物理量として、流れ、場、河床、河道の特性を考え、 $H_m, B, r_w, \nu, g, d_m, r_s, \sigma, I_e$ とした。ここで、

H_m : 平均水深, B : 河道幅, r_w : 水の単位体積重量, ν : 動粘性係数, g : 重力加速度,
 d_m : 平均粒径, r_s : 土粒子の単位体積重量, σ : 河床材料の標準偏差, 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 をとると要因は以下の無次元量として表現できる。

$$\pi\varphi = f(gd \cdot d/\nu, U_*^2/sgd, H_m/d, B/d, S, d/\sigma) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで S は $S = (\frac{r_s}{r_w} - 1)$ で定義される無次元量である。エネルギー勾配 I_e のかわりに U_* をもちい, S を一定と考え, 完全粗面乱流を考えて, レイノルズ数の効果を見れば, (1)式は,

$$\varphi = f(B/H_m, H_m/d, \tau_*, d/\sigma) \quad \dots\dots\dots (2)$$

と書き換えられる。

ここで、 d/σ は水理実験においては一定と考えられ、また、勾配ごとに整理すれば Hm/d は τ_* の関数として表現できることから、中規模河床形態の形成限界および平面形態の区分に關しては、

$$\varphi = f(\tau_*, B/Hm) \quad \dots\dots\dots (3)$$

として表現が可能である。

1-2-3 砂礫堆の形状

砂礫堆の長さ ℓ_s 、高さ h_s に関する研究は砂礫堆の形成に関する研究とともに多く発表されているが、急勾配水路における研究は木下⁽²⁾、吉野⁽⁴⁾ によるもののみに、ほとんどが緩勾配水路による研究である。また洪水波形を有するような流量変化による研究はおこなわれていない。

木下⁽²⁾ は砂礫堆の長さ ℓ_s はフルード数 Fr に関するとして ℓ_s/B と Fr とで整理し、正の相関があるとした。また砂礫堆の高さ h_s とフルード数との関係も検討し、 $Fr > 1.0$ の範囲では、 $Fr = 1.2$ 附近で h_s は大きくなり、 Fr が大きくなるにしたがって h_s が小さくなるとした。

一方、吉野⁽⁴⁾ は、砂礫堆の長さについては、 $\ell_s I/Hm$ と $\sqrt{\tau_*} \cdot Hm/B \cdot I$ との関係として、また高さについては、 $h_s I/Hm$ と $\sqrt{\tau_*} \cdot Hm/B \cdot I$ との関係として整理し、流量が増加すると ℓ_s 、 h_s とともに減少するという結果を発表した。

緩勾配水路における研究成果からは、芦田・塩見⁽⁹⁾ がフルード数との関係として ℓ_s をとらえている。村本・田中・藤田⁽¹⁰⁾ によると砂礫堆の長さ ℓ_s は流路幅 B との関係として(4)式で表現できるとした。

$$\ell_s = \alpha B \quad (\alpha: \text{係数}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

この場合、 $\alpha = 3 \sim 20$ としている。砂礫堆の高さ h_s については ℓ_s との関係としてとらえ $h_s/\ell_s = 10^{-2} \sim 10^{-3}$ と発表している。

黒木ら⁽⁶⁾ は砂礫堆の長さ、高さともに水路幅 B と平均水深 Hm を用いて無次元化し $\ell_s/Hm \sim B/Hm$ 、 $h_s/Hm \sim B/Hm$ の関係として整理しともに正の相関があるとした。

筆者は、流路工計画に応用できることを前提として、主に水路幅 B との関係として砂礫堆の長さ、高さをとらえることとした。

1-2-4 砂礫堆の移動速度

木下⁽¹⁾⁽²⁾ は砂礫堆の移動速度 Vd を砂礫堆の長さ ℓ_s との関係としてとらえ、 ℓ_s が長い場合には Vd が遅いという反比例の指数曲線によくのることを示した。また、条件が変わると別の指数曲線として表現されるとした。特に実験初期の最上流側に形成された砂礫堆の速度は、 $U_* - U_{*c}$ に比例することを発表した。

池田⁽³⁾ は ℓ_s の長い場合 Vd が遅いという木下と同様の結果を示した。

緩勾配水路でも村本ら⁽¹⁰⁾ によって木下の指適と同様の ℓ_s と Vd との関係が示されている。

芦田・塩見⁽⁹⁾ は砂礫堆の流下速度 Vd をフルード数との関数 $Fr \sim (Vd/U_* \cdot B/d) / \{(U_*^2 - U_{*c}^2) / (r_s - r_w) gd\}^2$ としてまとめ反比例を示すことを発表している。

筆者は、走時曲線より砂礫堆の先端部の前進速度から砂礫堆の長さ移動速度との関係を調べ、特に洪水波形を有する流量変化の場合の増水期と減水期において、どのような関係が得られるかを検討した。

1-2-5 砂礫堆の移動と流出土砂量

砂礫堆の移動は流出土砂量に影響を与えられ、これまでに砂礫堆の移動と流出土砂量との関係は木下⁽²⁾が

$$\frac{q_s}{U_* (\tau_o - \tau_{oc})} = 4 Fr$$

q_s : 単位幅、単位時間当りの掃流砂量の溶積

U_* : 摩擦速度

τ_o : 底面における河床の剪断力

τ_{oc} : 限界剪断力

として表現した B/Hm が10~18の範囲内であって、条件が限定されている。そこで砂礫堆が形成された場合の流出土砂量が一般河道における掃流砂理論とどのように相異なるかを比較検討し、砂防流路工の計画に適用する基礎資料として整理した。

1-2-6 流水抵抗への影響

砂礫堆が形成されると流水への抵抗特に形状抵抗の変化が予想される。急勾配水路における流水への抵抗に関する研究は木下⁽²⁾によるもののみで、その結果も砂礫堆と相当粗度との関係は明確でないとしている。緩勾配河川もしくは水路での研究も数少なく黒木ら⁽⁶⁾は緩勾配水路実験の結果に木下らの急勾配水路実験結果を加えて、次のような抵抗と砂礫堆との関係を示した。砂礫堆が形成された場合 $n = 0.017 d^{1/6}$ 、平坦河床 $n = 0.015 d^{1/6}$ である。

筆者は急勾配水路での砂礫堆による形状抵抗を重視して、2-2で述べた次元解析により、無次元掃流力 τ_* にと流速係数 ϕ との関係を整理した。ここで B/Hm の項によらなかったのは、流速係数を求めるための資料が単列砂礫堆と砂礫堆非形成領域におけるものしか得られなく、かつ後述するように B/Hm は砂礫堆の形状（平面形態）に関係する無次元量と考えられ、同じ単列砂礫堆領域であれば B/Hm は、 I と B による整理で τ_* によって表現できうと考えたからである。また、水路実験や現地踏査⁽¹¹⁾の結果、最も流水抵抗に関係するのは単列砂礫堆であると思われたこともあって、 τ_* と ϕ による整理で砂礫堆の形成による流水抵抗への影響が表現できると考えた。

1-3 実験装置と実験方法

実験水路は土木研究所にある長さ12m、幅0.4m、片面鋼板、片面ガラス張りの二次元水路を用いた。流量変化は直角三角堰を用いて流量調節バルブによって行なった。給砂は水路上流端で行ない、流出土砂量の調査は水路下流端に設置した砂回収装置によっておこなった。

実験における初期河床勾配は1/30、1/50とし、流量は1.25ℓ/s～10ℓ/sの一定流量および

図-6 に示した洪水波形を有する流量を用いる。流量，初期河床勾配，平均粒径，実験時間は実験ケースごとに表-1 に示した。ここで給砂量は，流量によって水路下流端を通過する土砂量と同量の土砂量を水路上流端から給砂した。

測定項目と測定方法は表-2 に示した。

表-1 実験 ケ ー ス

No	流 量	初期勾配	水路幅	平均粒径	比 重	実験時間	備 考
1	1.25 ℓ/s	1/20	0.4 m	0.19	2.65	90 分	一定流量
2	"	1/30	"	"	"	"	"
3	"	1/50	"	"	"	"	"
4	2.50	1/20	"	"	"	"	"
5	"	1/30	"	"	"	"	"
6	"	1/50	"	"	"	"	"
7	5.0	1/30	"	"	"	"	"
8	1.25	1/30	"	0.38	2.63	"	"
9	2.50	1/30	"	"	"	"	"
10	"	1/50	"	"	"	"	"
11	5.0	1/30	"	"	"	"	"
12	"	1/50	"	"	"	"	"
13	10.0	1/30	"	"	"	"	"
14	"	1/50	"	"	"	"	"
15	1.25~2.5	1/30	"	0.18	2.65	40	Type 1
16	1.25~5.0	1/30	"	"	"	70	Type 2
17	1.25~2.5	1/30	"	0.32	2.63	40	Type 1
18	1.25~5.0	1/30	"	"	"	70	Type 2
19	1.25~10.0	1/30	"	"	"	100	Type 3

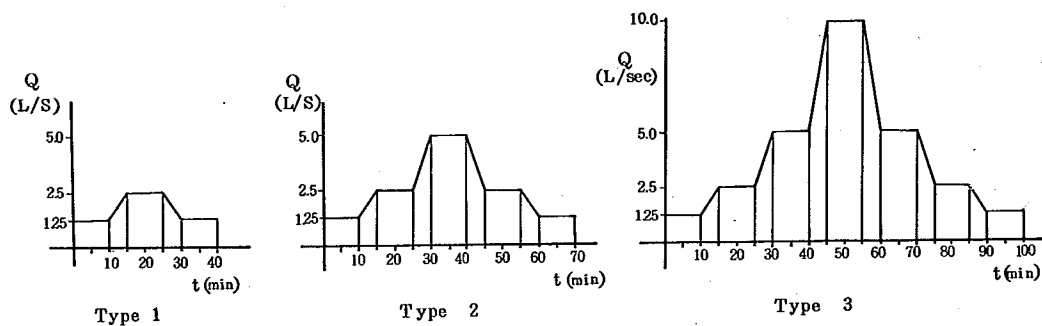


図-6 タイプ別洪水波形流量

表-2 測定項目と測定方法

測定項目	測定方法	測定地点
砂礫堆の長さ	スケッチ (5分間隔)	水路全面
流速	平均流速: 小型プロペラ流速形を使用 表面流速: 発砲スチロールを流下させストップウォッチによって測定	水路下流端より2m地点
流出土砂量	砂回収装置 (1分間隔, 5秒採集)	水路下流端
水深	実験中5分間隔で下記によって測定 深さの変化点を3点~5点 ($H_1 \sim H_5$) 計測し, その平均値をもって平均水深 H_m とした。	水路下流端より2, 4, 5, 7mの地点
河床高と砂礫堆の高さ	実験中5分間隔で測定 水深測定の際, 基準線からの深さとして河床形の変化点を測定。	水深と同じ

1-4 実験結果と考察

1-4-1 砂礫堆の形成限界と平面形態区分

一定流量を一定時間連続して流下させた実験による砂礫堆形成の限界を τ_* と B/Hm によって整理したのが図-7である。図-7には筆者の実験結果の他に木下⁽²⁾、玉井ら⁽¹²⁾の実験結果を使わせていただいた。

図から形成限界には二つの条件で示すことができる境界が存在していることがわかる。一つの条件は無次元掃流力で表わしている τ_* である。 τ_* が小さい($\tau_* < 0.04$)場合には掃流力が小さいため土砂粒子の移動が少ない。一方、 τ_* が非常に大きく(土研実験では $\tau_* > 0.2$, 全資料では $\tau_* > 0.7$)になると水路底面全層にわたって土砂移動が生じて、すでに形成されている砂礫堆もすべて消滅し、flat bedを形成する。すなわち、砂礫堆の形成には適当な掃流力が必要であり、その範囲は、

$$0.04 \leq \tau_* \leq 0.7 \quad \dots\dots\dots(5)$$

で示される。

もう一つの条件としては流れの自由度としての B/Hm によって砂礫堆の形成限界が表わされる。

図からは

$$B/Hm \geq 10 \quad \dots\dots\dots(6)$$

で示される領域において砂礫堆が形成されている。これは水路および水路を形成している材料の性質、たとえば、河幅、河床勾配、砂礫の粒径、比重等によって、かならずしも前述の τ_* の領域すべてで砂礫堆が形成されるのではなく、 τ_* と B/Hm によって砂礫堆形成限界が存在することを意味している。

一定流量流下時における砂礫堆の平面形態に関しては筆者実験はすべて単列砂礫堆が形成された。この場合の実験領域は $\tau_* \leq 0.25$, $B/Hm \leq 50$ であり、図-7に示された複列砂礫堆や網状砂礫堆の形成領域とも考えあわせると砂礫堆の平面形態区分に大きな影響を与えるのは流れの自由度としての B/Hm であると考えられる。

これまでの整理結果からの平面形態区分は

$$\begin{aligned} 10 \leq B/Hm \leq 40 & \dots\dots\dots \text{単列砂礫堆} \\ 40 \leq B/Hm \leq 100 & \dots\dots\dots \text{移行区域} \quad \dots\dots\dots(7) \\ 100 \leq B/Hm & \dots\dots\dots \text{複列もしくは網状砂礫堆} \end{aligned}$$

と示される。 $40 \leq B/Hm \leq 100$ の領域には、条件によって、単列砂礫堆も複列・網状砂礫堆も存在するいわゆる共存領域である。筆者はこの領域を単列から複列・網状への移行領域とみて、移行区域と名づけた。

次に洪水波形を有する流量変化について検討した。従来の研究はほとんどが一定流量による実験結果であり、洪水波形を有する流量による検討はされていない。そこで洪水波形を有する流量変化による砂礫堆の形成限界とを比較検討したのが図-8である。同一水路幅の実験では砂礫の比重 s 、平均粒径 d 、そして水路勾配 I を一定とすれば τ_* も B/Hm も Hm の関数とし

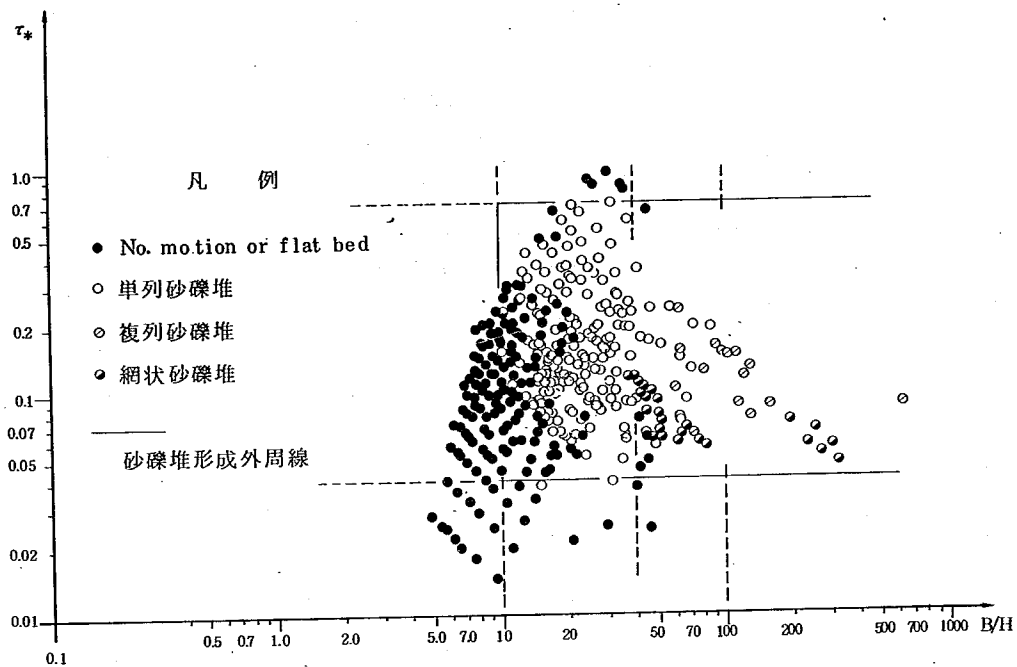


図-7 中規模河床形態区分図

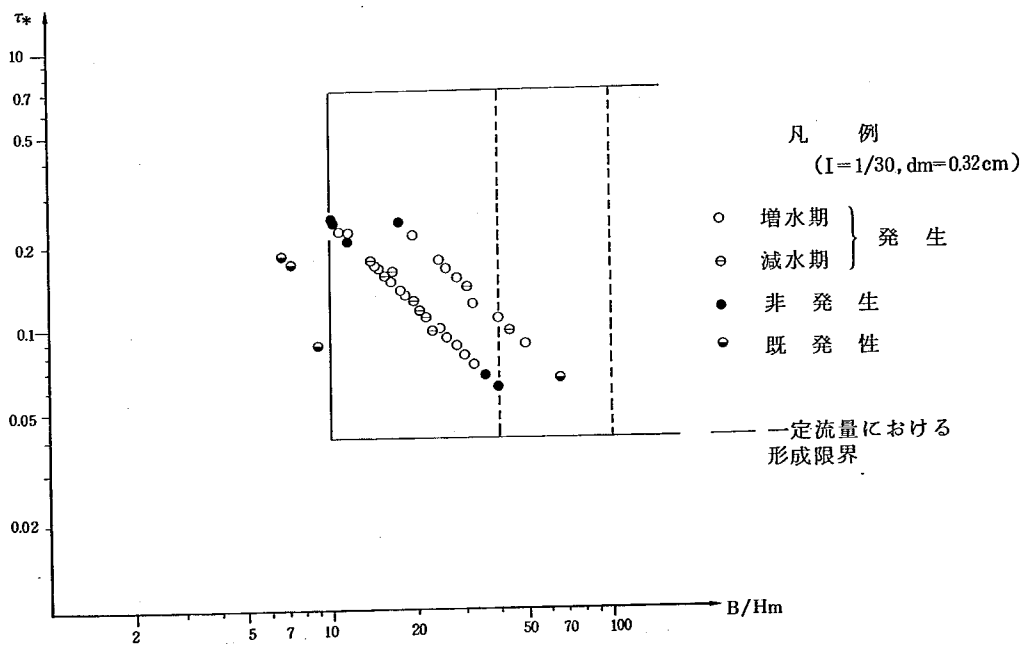


図-8 洪水波形流量による砂礫堆の形成限界

て取り扱えるわけで、図-8のように流量の変化すなわちHmの変化によって右下りの直線関係として表現される。図-8に整理した結果から砂礫堆形成限界について検討すると、流量が変化した場合においても一定流量のときに示された砂礫堆の形成条件にて、砂礫堆の形成限界が示せる。また流量変化に伴う増水期と減水期（ピーク流量によって分ける）による砂礫堆の形成限界の相違は、実験条件、 $I = 1/30$, $B = 0.4 \text{ m}$, $d_m = 0.18, 0.32 \text{ cm}$, $S = 1.65 \sim 1.63$, $Q = 1.25 \sim 10 \text{ l/s}$ の範囲ではみられなかった。ただし、 $d_m = 0.32 \text{ cm}$, $S = 1.63$ の場合減水期の最終段階である $Q = 1.25 \text{ l/s}$ では $Q = 2.5 \text{ l/s}$ 時に形成された砂礫堆が消滅せずに残っているのが増水期における $Q = 1.25 \text{ l/s}$ との唯一の相違と言える。既に発生している砂礫堆については既発生として図-8に示した。

洪水波形を有する流量による平面形態区分に関しては筆者の実験領域が前述のように単列砂礫堆の領域であり他の複列・網状の領域については、資料もないので検討していない。今後検討する必要がある。

1-4-2 砂礫堆の形状

(1) 砂礫堆の長さ ℓ_s と水路幅 B との関係

土研での水理実験結果を村本ら⁽¹⁰⁾の発表した砂礫堆の長さとは流路幅との関係に整理したのが図-9である。図には筆者の現地調査結果⁽¹¹⁾も同時にプロットしたが、実験結果、現地調査結果ともに村本らの示した関係と同じ傾向を示し、砂礫堆長に関して、水路幅との関係でみるかぎり、 ℓ_s は流量、粒径、河床勾配等に無関係に B によって表わされ、

$$\frac{\ell_s}{B} = 3 \sim 10 \quad \dots\dots\dots(8)$$

で示される。

(2) 砂礫堆の長さ ℓ_s と流量 Q との関係

同じ水路幅に対して砂礫堆の長さは発生する掃流力の大きさに比例するかどうかを検討した。図-10に ℓ_s と Q との関係として整理した。図のように ℓ_s は Q に関係なくバラツキを示している。また洪水波形を有する流量変化の場合の方が一定流量における ℓ_s の方がバラツキは同じようであるが出現頻度の大きな範囲でみるかぎり ℓ_s は小さく表われている。しかし、図から、 ℓ_s と Q との関係を明確にすることは難かしく、(1)で述べた関係を考え合わせると、砂礫堆が形成される領域における砂礫堆の長さは、形成領域における流量よりもむしろ、水路の幅に規定されやすいと考えられる。すなわち、急勾配水路では、砂礫堆が形成される流量の幅があまり大きくないと言えるため水路幅の影響が大きいと考えることもできる。

(3) 砂礫堆の長さ ℓ_s と高さ h_s との関係

砂礫堆の高さは長さに比例すると考えられることから $\ell_s - h_s$ との関係として図-11に整理した。図-11・1は一定流量時における ℓ_s と h_s との関係であり、実験結果の他に吉野⁽⁴⁾の資料を使用させていただいている。整理した資料はすべて $Q = 0.2 \sim 10 \text{ l/s}$,

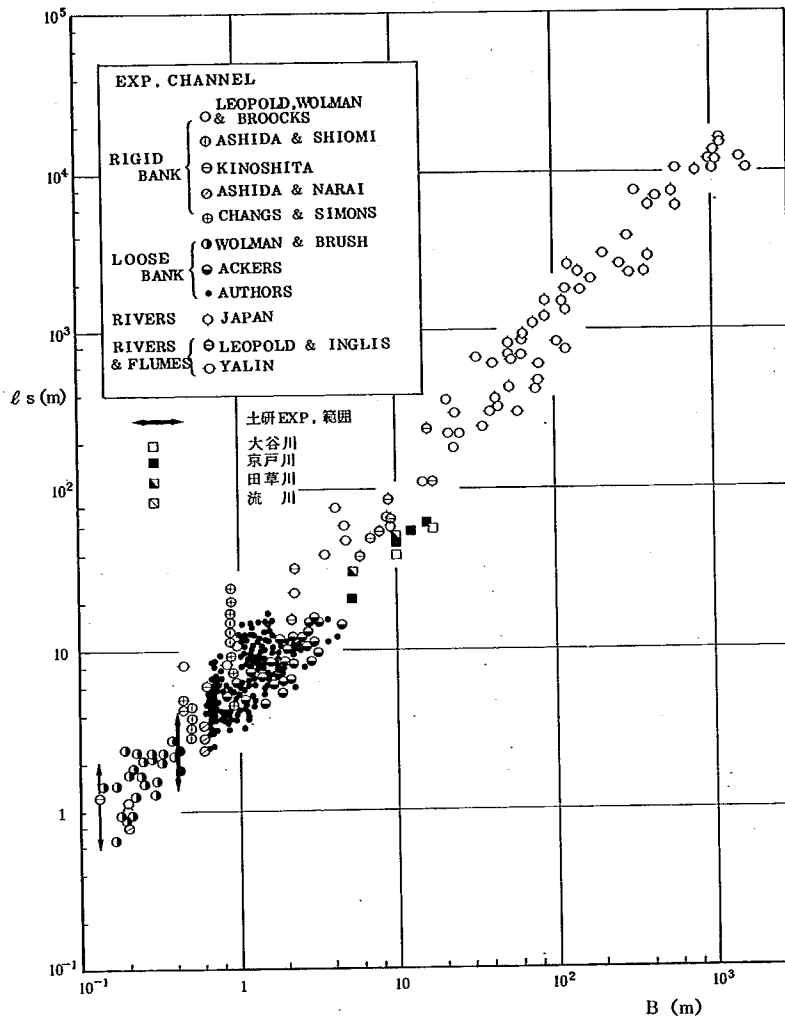


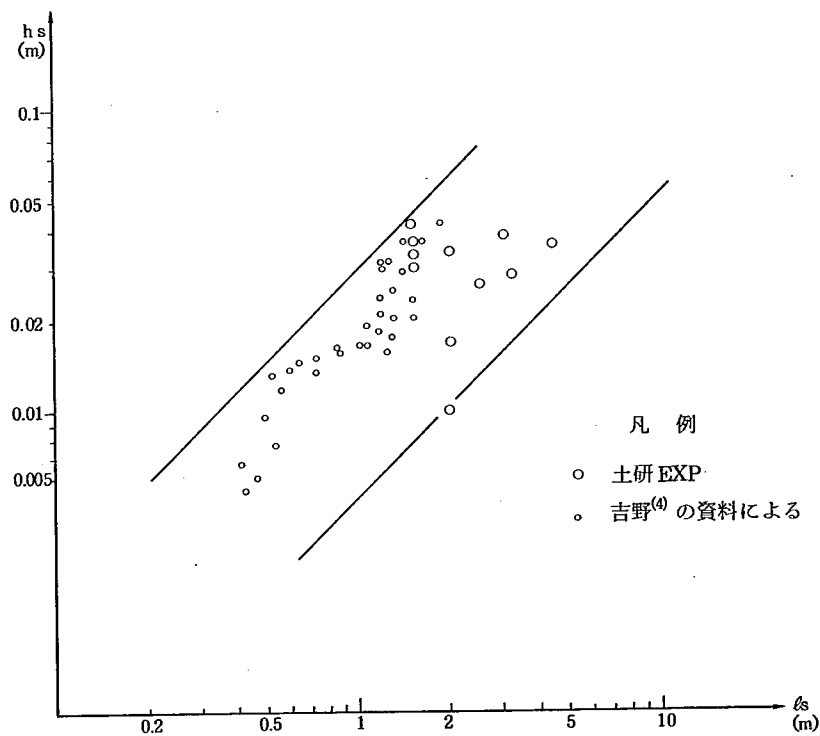
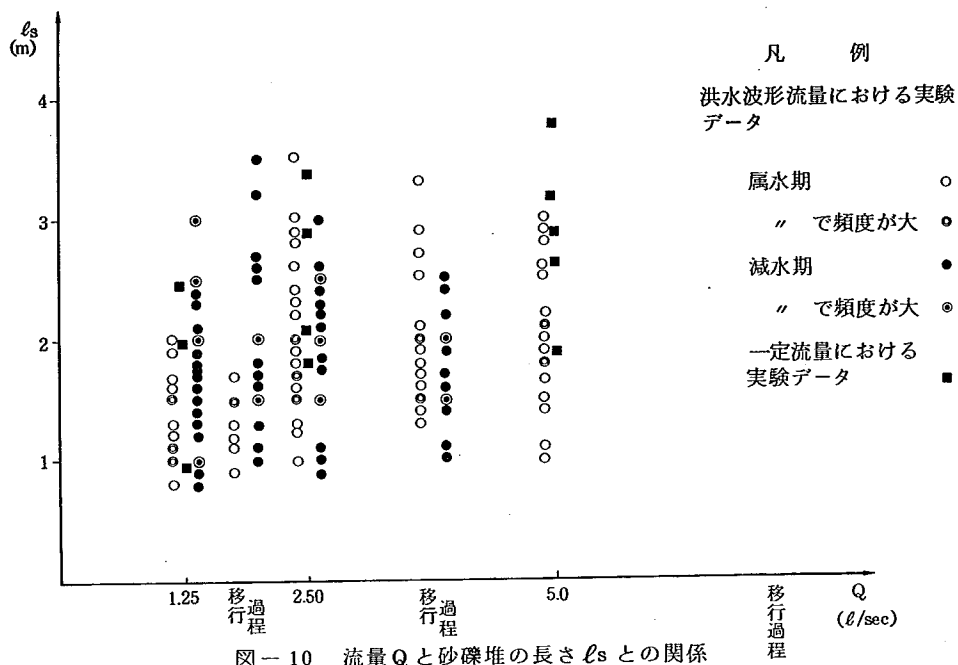
図-9 流路幅(B)と砂礫堆長 (ℓ_s) との関係

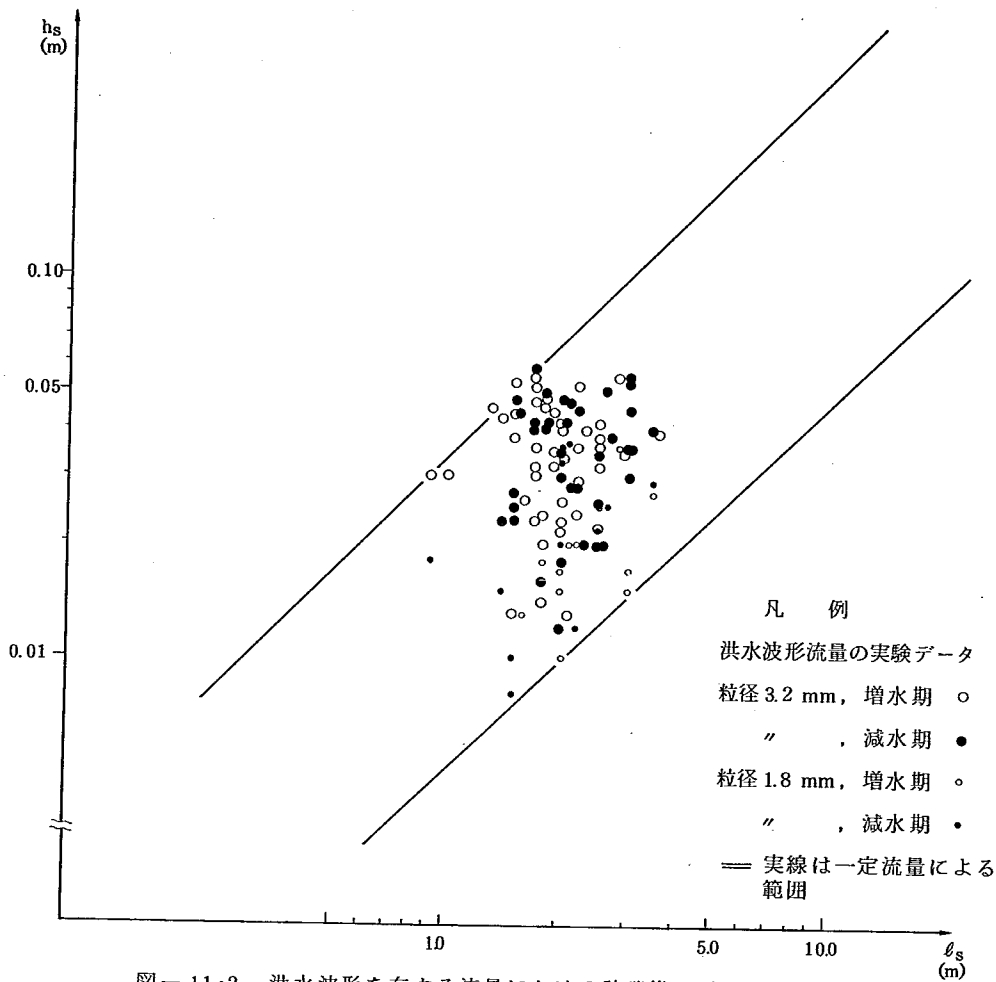
$I = 1/30 \sim 1/50$, $d = 0.18 \sim 0.45$ cmの実験条件による。結果は村本ら⁽¹⁰⁾の言う $\ell_s / h_s = \alpha$ という比例関係がみられたが、村本らの示した範囲と若干ずれた関係を示し、その関係は

$$\frac{\ell_s}{h_s} = 30 \sim 200 \quad \dots\dots\dots(9)$$

として示された。

図-11・2は洪水波形を有する流量による実験からの ℓ_s と h_s との関係を示したもので、





図一 11・2 洪水波形を有する流量における砂礫堆の長さ と 高さ の 関係

バラツキはあるが一定流量で示された領域に入っている。実験条件の範囲が少ないので全領域にわたっては検討していない。図一 11・2 には、増水期と減水期による ℓ_s と h_s との関係および使用砂の平均粒径の相違による ℓ_s と h_s との関係も示してある。図からは増水期と減水期による ℓ_s と h_s の関係の相違は明確でないが、砂礫の平均粒径の大きい方が同じ ℓ_s に対して h_s が大きくなっている。

(4) 砂礫堆の高さ h_s と水路幅 B との関係

黒木ら⁽⁶⁾ は砂礫堆の高さ h_s と水路幅 B との関係を平均水深 H_m をもちいて無次元化し、 h_s/H_m と B/H_m との関係で整理した。 B/H_m は 4-1 で述べたように砂礫堆の平面形態に関係する要因と考えられることから当然平面形態の相違による h_s の相違が表現できるので、筆者も同じ h_s/H_m と B/H_m とで実験結果を整理した (図一 12)。図一 12 から、 B/H_m が

10 ~ 20 附近で、 hs/Hm のバラツキが大きいことがわかる。

実験資料が少ないので断言はできないが、 $B/Hm \approx 10$ 附近は砂防流路工の領域であるので、一つの問題点を示唆しているように思われる。 $B/Hm = 20 \sim 50$ においては黒木らの言う比例関係（図中実線）が見られる。この範囲は主に単列砂礫堆の形成領域である。黒木らは B/Hm が大きくなると hs/Hm も大きくなるとしているが、筆者の数少ない現地踏査⁽¹⁾ による複列・網状砂礫堆の hs は単列の hs より小さく黒木らの言うような比例関係は単列砂礫堆形成領域のみで、 $B/Hm > 50 \sim 100$ では hs/Hm と B/Hm との関係が変わると思われる。筆者の実験範囲も $B/Hm \leq 50$ でおこなったので断言はできないが、推定線を図中に示した。今後 B/Hm の大きい条件での hs/Hm の検討が必要であろう。

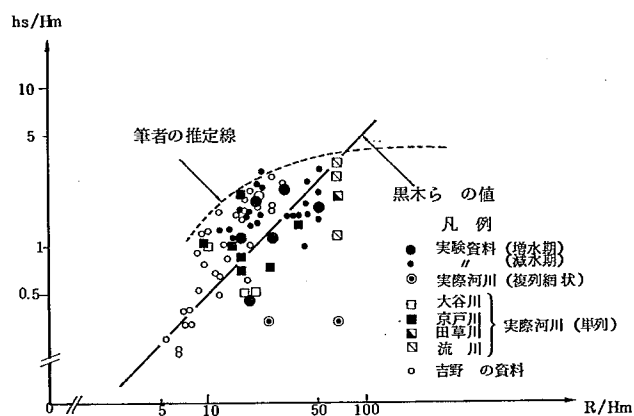


図-12 hs/Hm と B/Hm との関係

1-4-3 砂礫堆の移動速度

砂礫堆の移動速度は、図-13・1 ~ 13・4 に示したような走時曲線から、砂礫堆先端部の速度 Vd と砂礫堆の長さ ls との関係として図-14 に整理した。

一定流量の場合には木下⁽²⁾ の言うように砂礫堆の長さが長くなると移動速度が少くなる傾向が見られる。木下の発表した Vd と ls との関係⁽²⁾ と比較すると筆者の実験結果による Vd はかなり大きい値を示しているがこれは木下の言う寛容度の問題かもしれない。

洪水波形を有する流量時における砂礫堆の移動速度と砂礫堆の長さとの関係は、同一流量の傾向に似ているが一定流量ほど Vd が ls によっていない。すなわち Vd はかならずしも ls によらないわけである。これは、 ls が前述のように B に関係していると考えられる今回の実験において、流量変化によってそれほど ls は変化しない。ここで Vd は木下⁽²⁾ の言うように $U_* - U_{*c}$ によっていると仮定すれば Vd と ls はかならずしも一定の関係になくてもよいことになる。図-14 から特に減水期の方が増水期に比して Vd が大きくでている。かりに Vd を $U_* - U_{*c}$ で表現するとしても単に平均水深からの径深をもちいた U_* では増水期と減水期を区分す

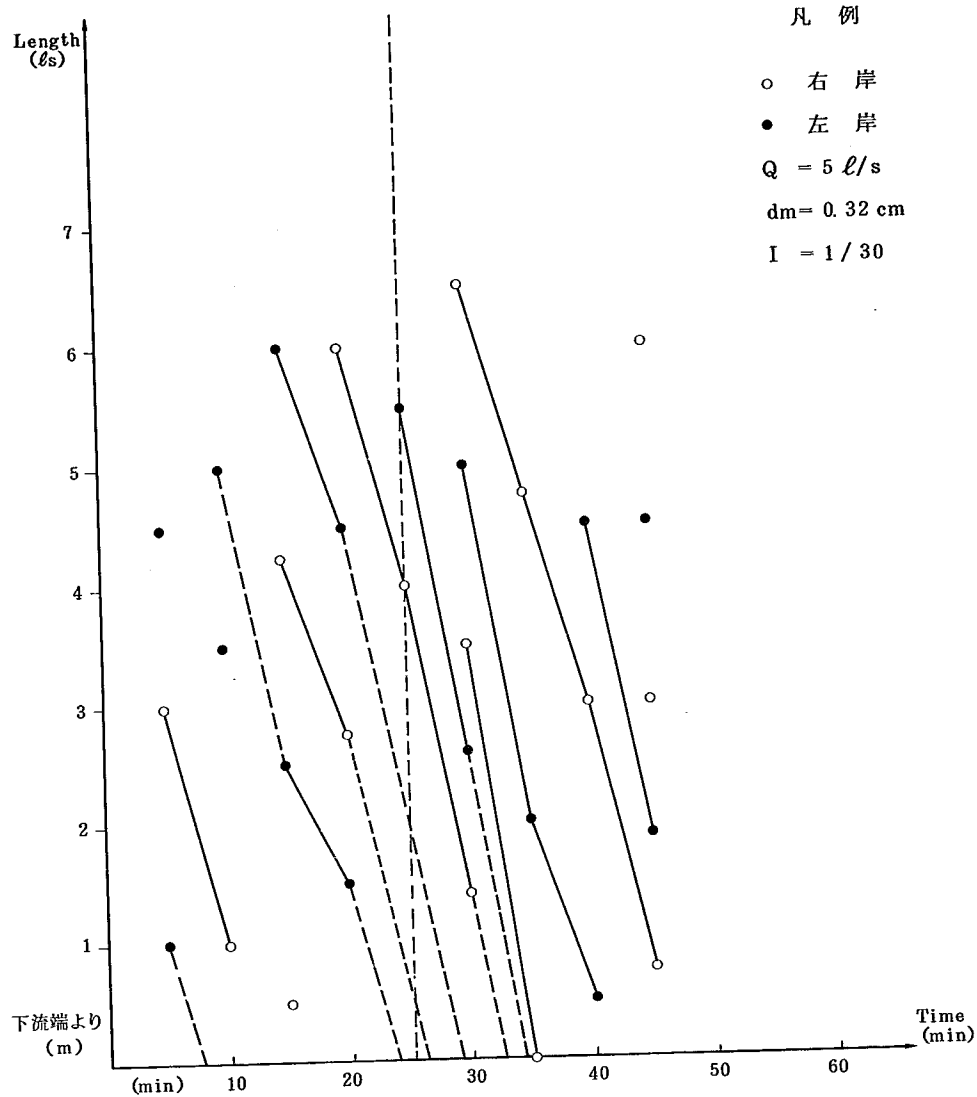


図-13.1 砂礫堆の長さと移動速度との関係
(一定流量の場合)

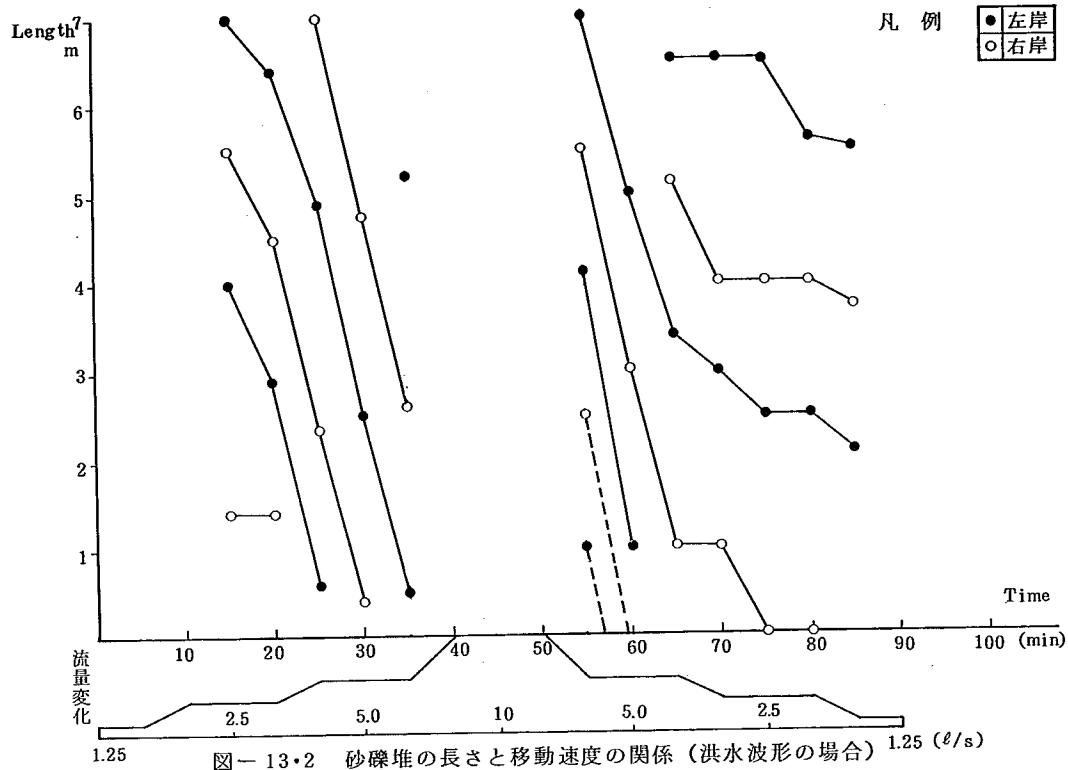


図-13.2 砂礫堆の長さ移動速度の関係（洪水波形の場合）

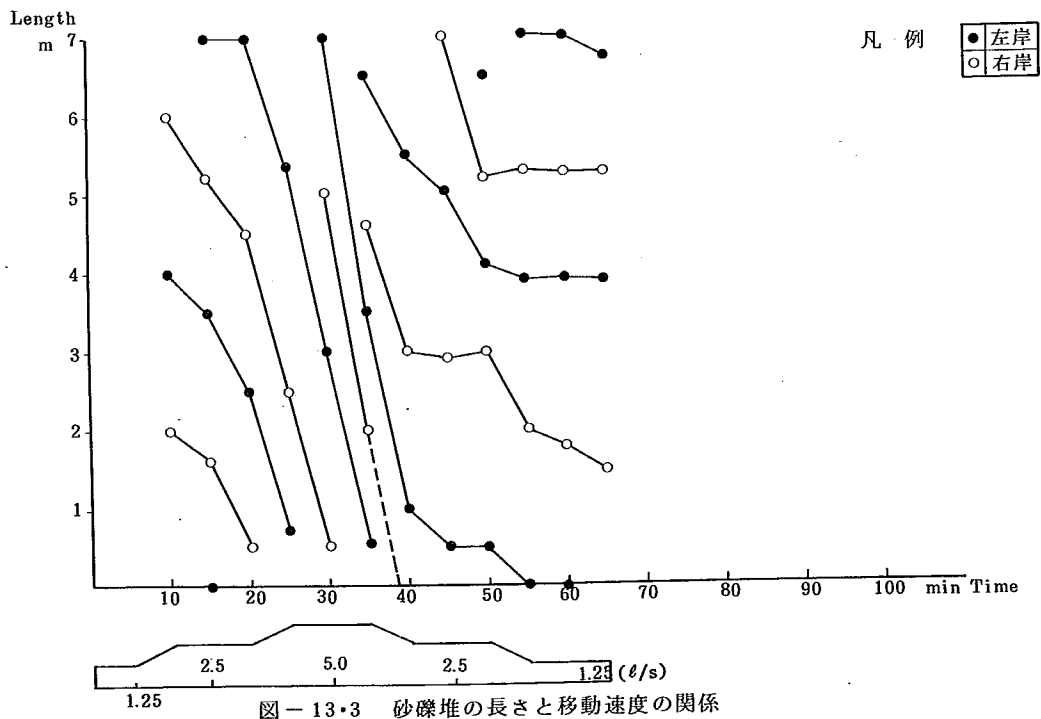
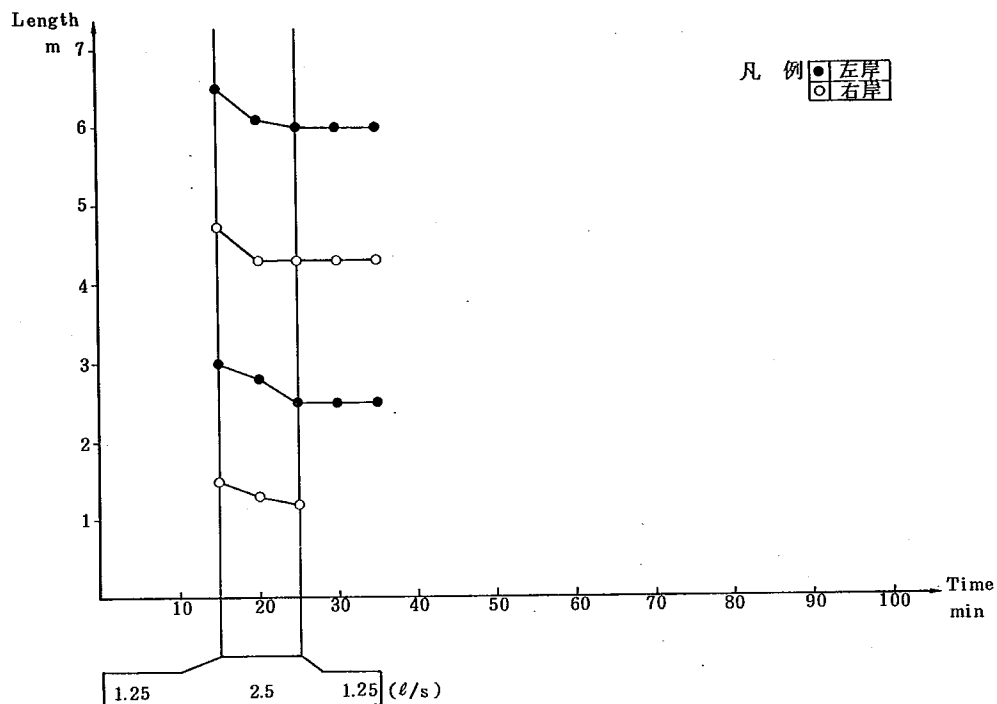
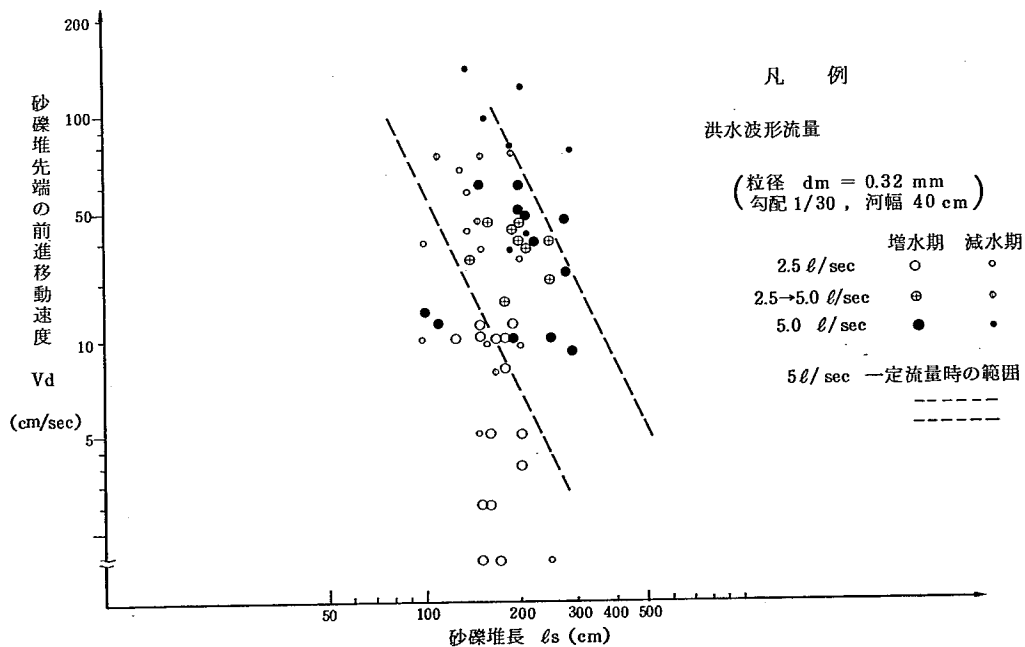


図-13.3 砂礫堆の長さ移動速度の関係



図一 13.4 砂礫堆の長さ と移動速度の関係



図一 14 Relation between V_d and l_s

ることは出来ない。今後は Vd に関係する径深（水深）としての有効径深（有効水深）を含め検討が必要と思われる。なお、 $Q = 10 \ell/s$ の場合には全ての実験において砂礫堆が消滅したので図-14には表示されていない。

1-4-4 砂礫堆と流出土砂量

砂礫堆の移動が河床変動や流出土砂量に大きな影響を与えることは充分考えられる。しかしそれが従来の掃流砂式では説明しえないものかどうかの検討はなされていない。時間的な流出土砂量の変化の一例を図-15に示した。図-15では $\tau_* \leq 0.2$ で単列砂礫堆が形成されており、 $\tau_* < 0.2$ では砂礫堆が消滅して、河床形態は flat bed を形成する。絶対量としての流出土砂量は明らかに流量の大きい $\tau_* < 0.2$ において大である。しかも時間的変動は少ない。一方、砂礫堆が形成されている図中番号①～⑤増水期と減水期の⑨～⑬では流出土砂量の時間的変動がはげしい。このような砂礫堆形成時の流出土砂量は従来の掃流砂式にのらない特異値

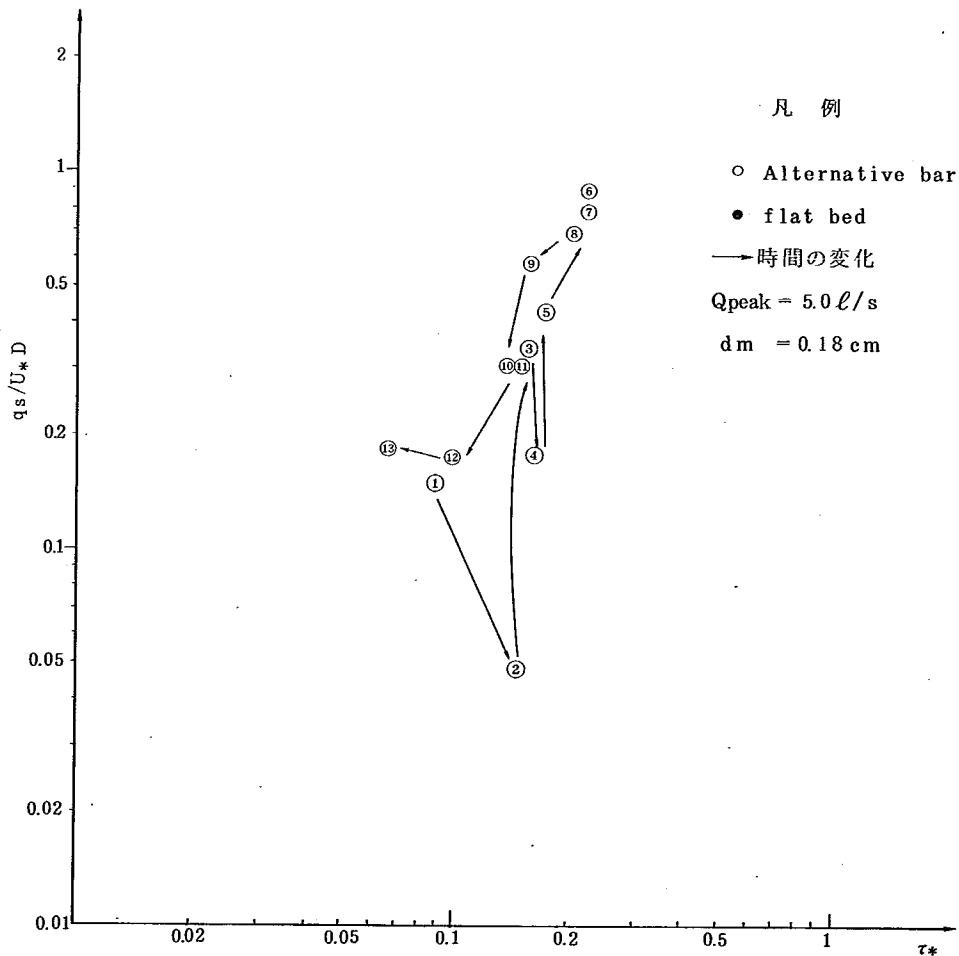


図-15 流出土砂量の時間的変動

を示すものなのかどうかを調べたのが図-16である。図-16から無次元化した掃流砂量 q_{s*}
 ($= q_s/u_* \cdot d$)は τ_* によっていて、従来の掃流砂式によって、砂礫堆形成時の流出土砂量の上

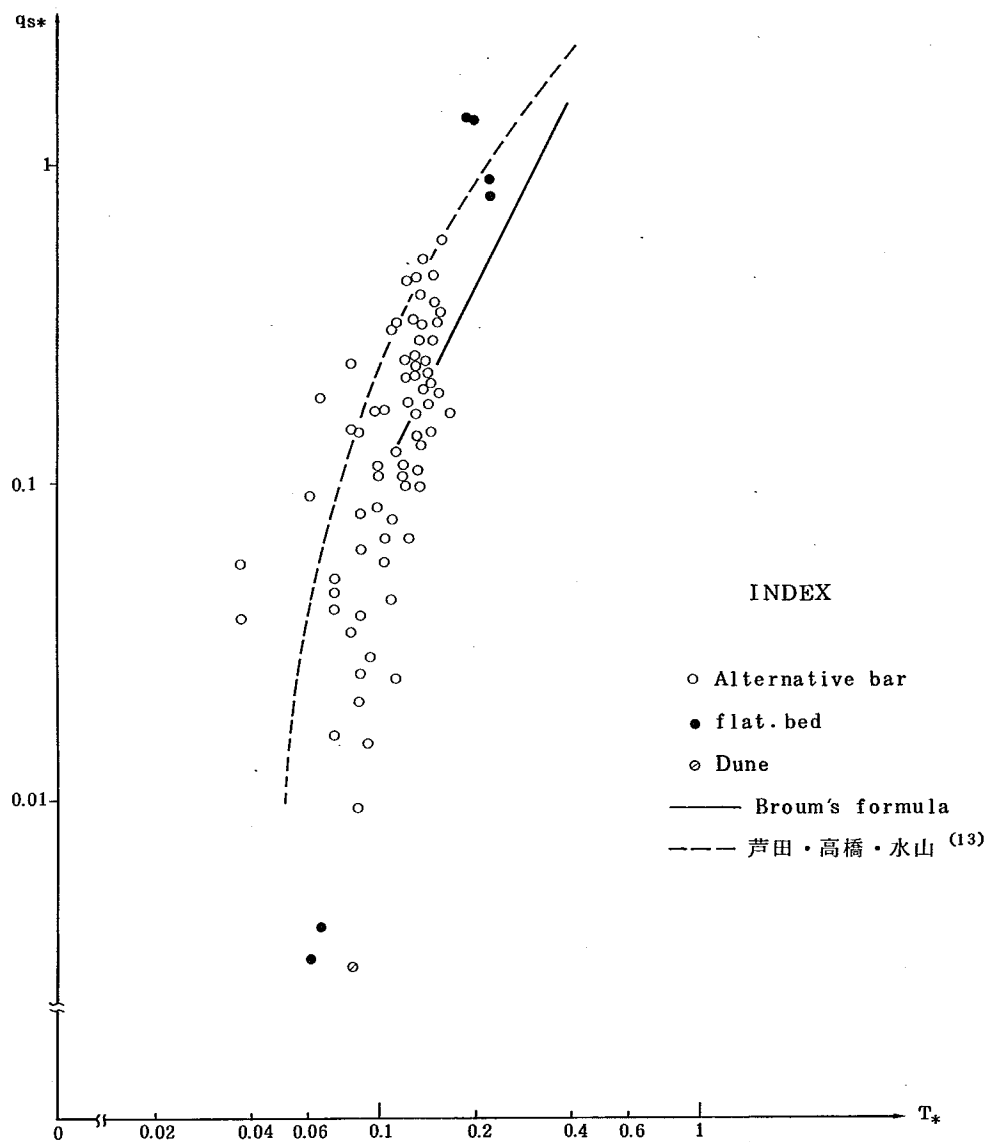


図-16 Relation between τ_* and q_{s*}

限値の推定はできそうである。また図より、 τ_* が大きくなると流出土砂量も増加することが言えるので河道上で流出土砂量の量を問題とする時は砂礫堆が形成されている場合よりもより τ_* の大きい領域でのいわゆる flat bed の領域が問題となる。

1-4-5 流水抵抗への影響⁽¹⁴⁾

砂礫堆が形成された場合流水の抵抗に影響をおよぼすことが考えられるが、中規模河床形態としての砂礫堆による抵抗の変化に関して明確な結果は発表されていない。そこで水理実験結果を無次元掃流力 τ_* と流速係数 ϕ との関係として図-17 に整理した。

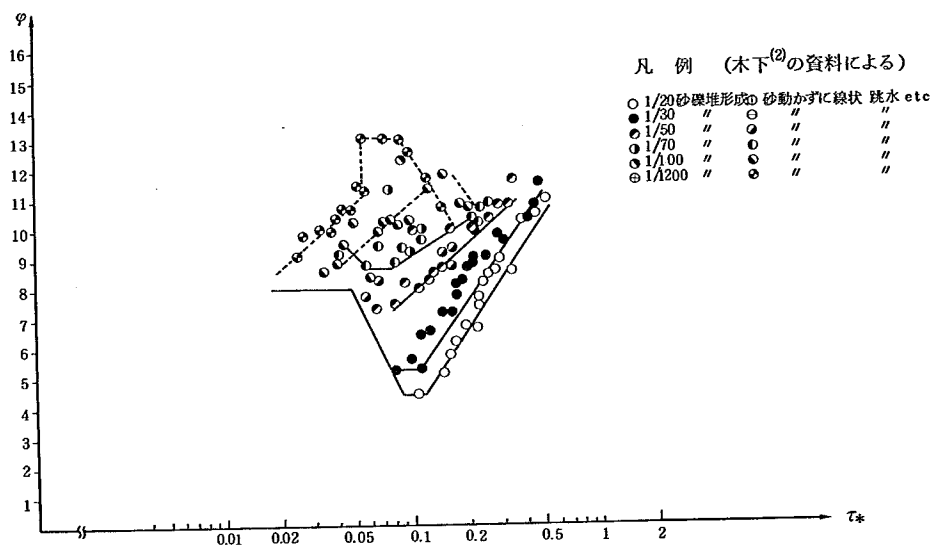


図-17 河床勾配変化と抵抗係数の変化

図から、明らかに砂礫堆の形成条件内である $0.05 \leq \tau_* \leq 0.25$ の範囲において ϕ の減少傾向がみられた。特に河床勾配が急になるほどその傾向が強く、河床勾配が 1/100 よりも緩くなると緩流河川部での傾向⁽¹⁵⁾ に近似してくる。 τ_* と ϕ との関係を河床勾配ごとに整理しなおしたのが図-18 である。

洪水波形を有する流量時にも同様の事が言えるのかどうかを水理実験において検討した。図-19 はピーク流量 10 l/s の流量変化における実験結果を τ_* とマンニングの粗度係数 n で整理したものである。ここでマンニングの粗度係数 n は $n = R^{1/6} / \sqrt{g} \cdot \phi$ である。図中矢印は実験時間の経過を示していて、 $\tau_* \leq 0.1$ では n 値は 0.025 ~ 0.03 に集中している。 $0.1 \leq \tau_* < 0.2$ で n 値は最大値を示し、 $\tau_* \geq 0.2$ では n 値は 0.03 位となっていた。これを流量変化および砂礫堆の形成との関係でみると、 $\tau_* \leq 0.1$ は増水期には砂礫堆非形成で流量 1.25 l/s ~ 2.5 l/s である。減水期には既発生の砂礫堆が形成されている。
 n 値が最大値 (今実験では $n = 0.042$) を示しているのは $Q = 2.5 \text{ l/s} \sim 5.0 \text{ l/s}$ の砂礫堆形成

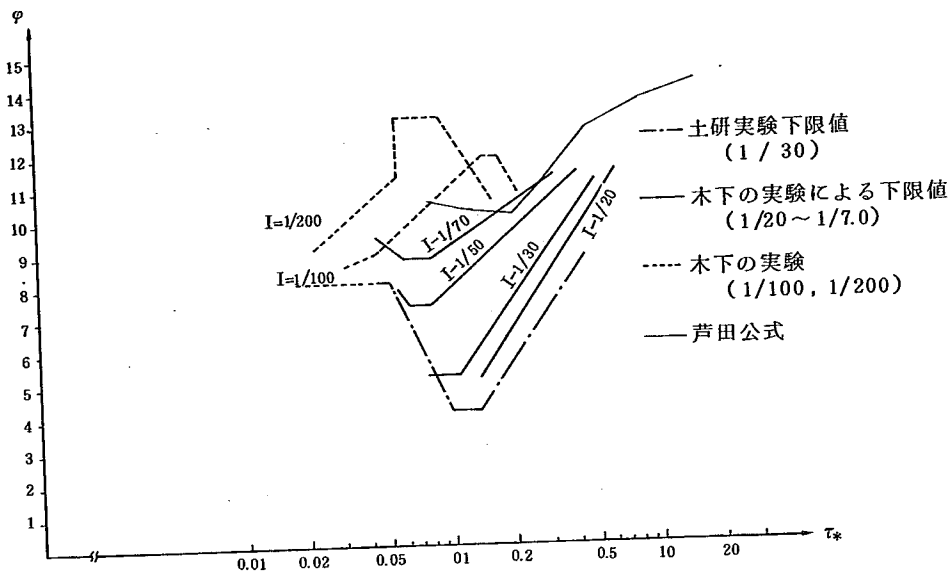


図-18 水路実験からの河床勾配ごとの抵抗係数と掃流力との関係

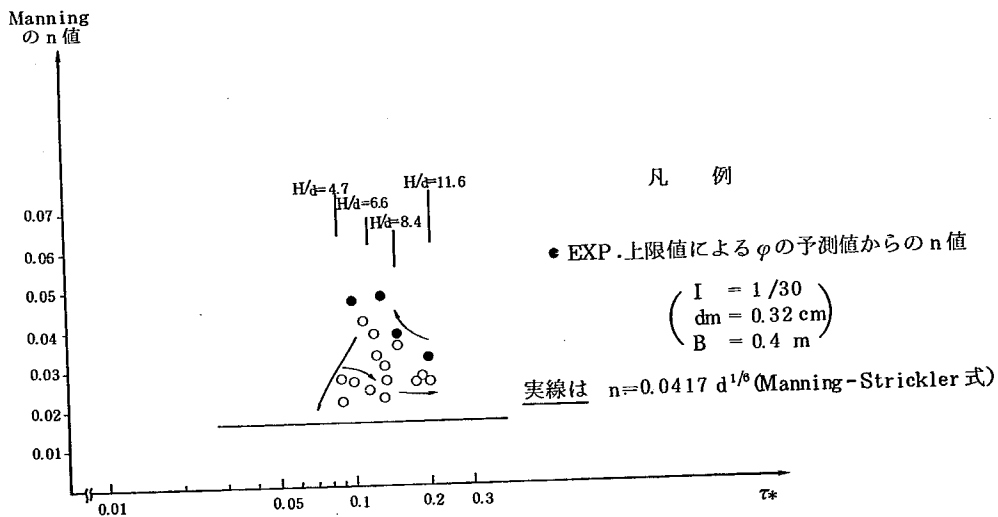


図-19 洪水波形 (Peak 10 l/s) の水理実験における抵抗値の変化

域である。 $Q=10.0 \text{ l/s}$ になると $\tau_* > 0.2$ となって砂礫堆は消滅して河床は flat bed となる。すなわち n 値からみると砂礫堆の形成 (実験ではすべて単列砂礫堆) は、流水の抵抗に大きな影響を与えることがわかった。またその値は黒木⁽⁶⁾ が示した砂礫堆による粗度より粗度

係数にして大きく表現された。

なお砂礫堆形成による流水抵抗への影響がどの程度かを土木学会水理公式集によるマンニングの粗度係数と比較したところ、マンニングの n 値の Range が急勾配水路、特に河床勾配 1/50 より急での水路による実験結果から得られた砂礫堆の形成および非形成の際の n 値の Range とよくあうことがわかった。

1-5 ま と め

水理実験および文献資料から得た結果をまとめると次のようになる。

- ① 砂礫堆形成の境界条件は(5)式、(6)式によって与えられる。
- ② 砂礫堆の平面形態区分は $0.04 \leq \tau_* \leq 0.7$ の範囲において、 B/H_m ((7)式)によって規定される。
- ③ 砂礫堆の長さは水路幅に関係していて(8)式で示される。
- ④ 砂礫堆の長さとの高さととの関係は(9)式で表わされる。同じ長さに対しては河床材料の大きい方が高さが高い。増水期と減水期の差は明確でない。
- ⑤ 砂礫堆の高さと水路幅との関係は平均水深で無次元化した h_s/H_m と B/H_m によって表現され、単列砂礫堆の形成される領域では両者にはほぼ直線の比例関係がみられるが、 $B/H_m \approx 10$ 附近では h_s/H_m のバラツキが大きい。
- ⑥ 砂礫堆の移動速度は砂礫堆の長さが長くなると遅くなる。同じ長さの砂礫堆に対しては増水期よりも減水期の方が移動速度が速い。
- ⑦ 砂礫堆形成による流出土砂量への影響については時間的変動は大きいですが、流出土砂量は従来の掃流砂式で推定されうる。流出土砂が最大になるのは砂礫堆が形成されている場合よりも τ_* がより大きくなって河床が flat bed を形成した時であった。
- ⑧ 砂礫堆形成による流水抵抗への影響は大きく、特に河床勾配 1/50 以上の急勾配水路では影響が大である。ただし、 τ_* がある値以上になると粗度は再び小さくなる傾向があり、かならずしもピーク流量と最大粗度を有する流れとが一致しないことを意味している。

以上、実験結果および、文献資料から得られた急勾配水路における砂礫堆に関してまとめを述べた。砂礫堆の形成条件からすると砂防流路工を施工するような区間では、ほとんど砂礫堆しかも最も流路工に対して影響をもつと思われる単列砂礫堆の形成条件内にある。今後、流路工計画において、充分砂礫堆による影響の考慮が必要であることを示唆している。

1-6 今後の問題点

流路工計画との関係において、中規模河床形態としての砂礫堆を把握した。しかし本報告に述べた考察には以下の条件が考慮されていない。今後これらの条件による検討が必要である。

- ① 横工特に床固工による砂礫堆への影響

② 屈曲部の砂礫堆への影響

そして実験条件に関しては B/H_m の大きい範囲における実験をおこない、単列、複列および網状砂礫堆の領域区分および複列、網状砂礫堆の諸性質をより詳細に把握する必要がある。

参 考 文 献

- (1) 木下良作：石狩川河道変遷調査
科学技術庁資源局資料第 36 号 S. 36.11
- (2) 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 S. 37.12
- (3) 池田 宏：実験水路における砂礫堆とその形成条件
地理学評論 No.46—7 1973
- (4) 吉野文雄：河床形態に関する水理学的研究
東大土木工学科論文集録 Vol. 4 1967
- (5) 村本嘉雄，藤田裕一郎：
中規模河床形態の分類と形成条件
第 22 回水理講演会論文集 S. 53. 2
- (6) 黒木幹男，岸 力，板倉忠興：
交互砂洲の水理特性
沖積地河川における河床形態と流体抵抗の研究最終報告 S. 50. 3
- (7) 銚川 登：実験水路における交互砂洲の形成条件
土木学会論文報告集第 207 号 1972. 11
- (8) 銚川 登，北川善広：
実際河川における砂礫堆の形成に関する一考察
土木学会第 31 回年講概要集 S. 51.10
- (9) 芦田和男，塩見靖国：
水路における砂礫堆の水理特性について
京大防災研年報第 9 号 S. 41. 3
- (10) 村本嘉雄，田中修市，藤田裕一郎：
河道の変動に関する研究(3)
京大防災研年報第 15 号 B 1972
- (11) 筆者による大谷川（滋賀県），田草川，京戸川，流川，濁川（以上山梨県），常願寺川（富山県）での踏査による。
- (12) 玉井信行，長尾 哲，三国史雄：
直線水路における複列砂礫堆と網状流路の形成について
第 22 回水理講演会論文集 S. 53. 2

(13) 芦田和男, 高橋 保, 水山高久:

山地河川の掃流砂量に関する研究

新砂防 107

S. 53. 4

(14) 池谷 浩, 伊巻幹雄: 急勾配河川における水理特性 —特に河幅と粗度について—

土木研究所資料第 1309 号

S. 53. 3

(15) たとえば 芦田和男: 河道の設計法(4)

土木技術資料 1 - 7

S. 34

第2章 既設流路工における砂礫堆について

2-1 現地における砂礫堆調査

第1章においては、主に水理実験からの砂礫堆の諸特性について述べた。そのなかで、砂礫堆の形成限界、平面形態区分として、次元解析から導びかれた無次元量 τ_* 、 B/Hm によって、(5)、(6)式および(7)式を得た。

本章においては、現地の既設流路工内で存在している中規模河床形態としての砂礫堆の位置づけを明確にし、水理実験からの砂礫堆の諸特性と比較検討しようとしたものである。

土木研究所は、昭和52年5月に建設省砂防関係工事々務所および都道府県の砂防課の関係者当てに、既設流路工における砂礫堆調査を依頼し、附にあげた調査要領で実施していただいた。本文は、その調査要領に添ってまとめた結果（附表-2）を解析したものである。

ただし、既設流路工で調査時点に形成されている砂礫堆が、いつの出水で、どのような水理条件のもとに形成されたかが不明である。また砂礫堆の移動速度や、砂礫堆の移動と流砂量との関係は判明していない。これは、現在のところ水理実験から推定するより方法がないが、この推定の際にも砂礫堆の特性が、水理実験から得られた砂礫堆の特性に近似していることが条件となろう。そこで以下に、既設流路工における砂礫堆の諸特性（第1章）との比較をおこなったものである。

2-2 形成条件と形態区分

既設流路工における砂礫堆の形成条件と形態領域区分としては、河床勾配 I をパラメータとして、第1章同様に、 τ_* 、 B/Hm によって整理を行なった。結果を図-2.2.1～図-2.2.4に示した。

次元解析によって導びかれた砂礫堆形成条件に関係する2つの無次元量 τ_* （無次元化した掃流力）と B/Hm （流れの自由度）とによって砂礫堆の形成条件を検討すると掃流力の大きさ τ_* によって支配される砂礫堆形成条件は、水理実験によって得られた(5)式より、多少広範囲となっている。また、もうひとつの条件である流れの自由度としての B/Hm については、水理実験結果である(6)式に比して、かなり小さい値から砂礫堆が形成されていること（ B/Hm の砂礫堆形成範囲が広がる）がうかがえる。

現地における調査では、水深について流路工竣功後の最大水深を調査して、 B/Hm 、 τ_* を計算したもので、最大水深をとまなう水理量のときに、砂礫堆が形成されていたかどうかは不明である。ただし、このような水理量を経験した流路工に、調査時砂礫堆が形成されていたことは事実である。そこで、水理実験結果と現地流路工での砂礫堆の形成条件が相違する一つの考え方として、次のような考え方ができるであろう、すなわち、既設流路工では筆者が整理した⁽¹⁾結果か

(1) 池谷浩、伊巻幹雄 急勾配河川における水理特性 土研資料第1309号 S53. 3

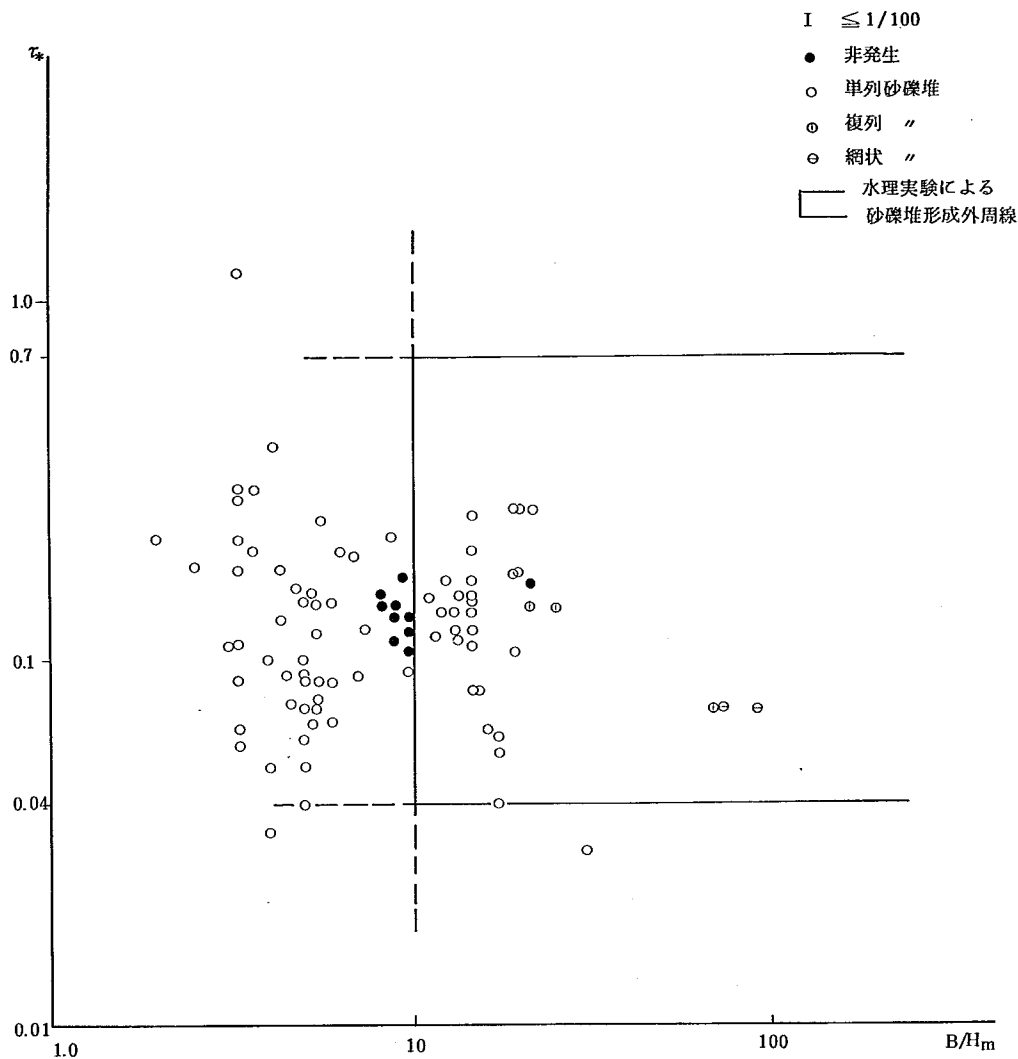


図 - 2.2.1 既設流路工における砂礫堆の形成条件と領域区分

ら、流路幅は計画流量に対して比較的狭い値をとっている。そこで、計画流量に対する水深より少ない流量時においても、水深は流路幅に対して充分大きな値をとりうる。そのため B/H_m が小さくなっていると考えられる。そして、 H_m が大きい値の時には τ_* も大きくなり、水理実験による結果をふまえて推定すると、砂礫堆が消滅する領域に入る可能性がでてくる。次に、既設流路工においては、ある区間において流路幅がほぼ一定と考えられるから、減水が初まると B/H_m が大きくなり、 τ_* が小さくなる。いわゆる、図 - 2.2 において右下りの軌跡をたどる。そこで、一般的には、砂礫堆が形成されうる掃流力が限界掃流力を上まわる値である $\tau_* \geq 0.05$ 附近にお

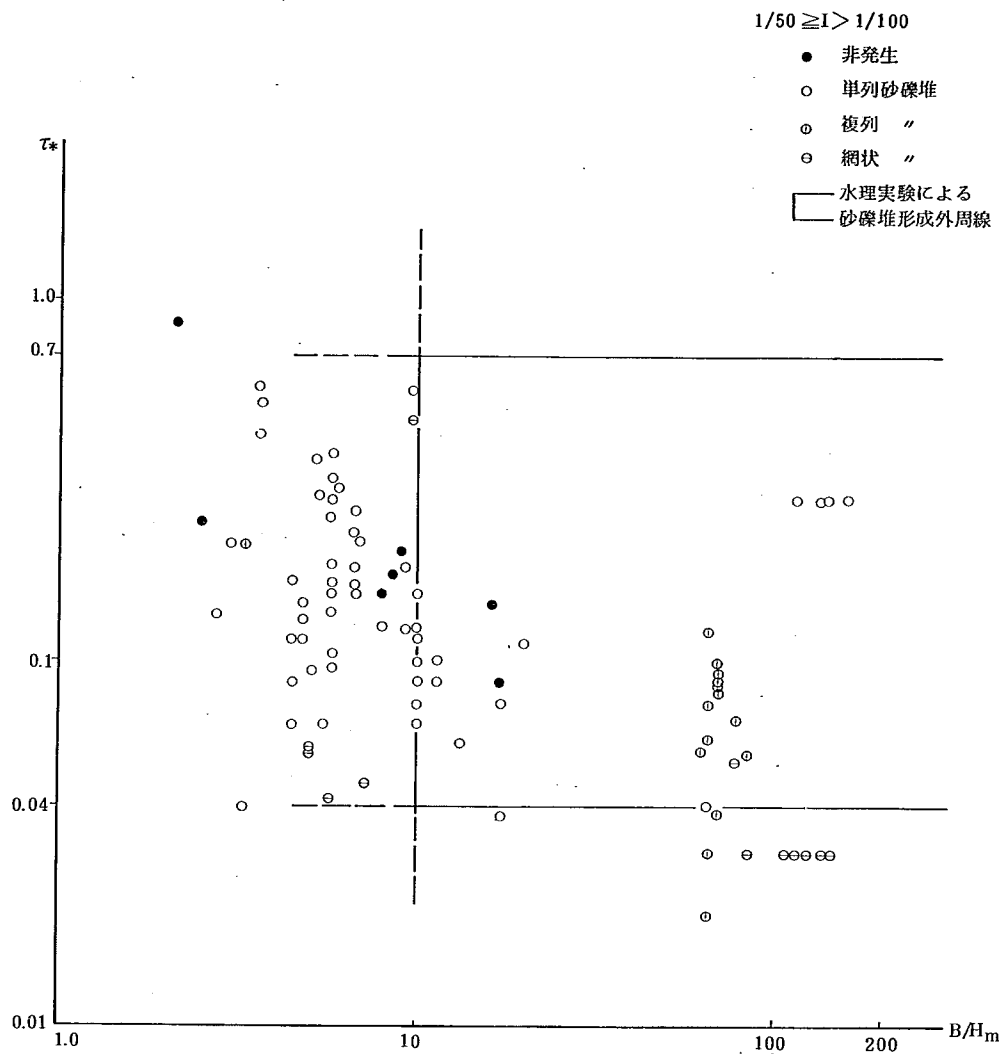


図-2.2.2 既設流路工における砂礫堆の形成条件と領域区分

いて、 B/H_m は、 $B/H_m \geq 10$ の領域にはいる可能性がある。この考え方からすると、現地の流路工において砂礫堆の形成を考える場合は、水理実験における砂礫堆の形成条件の境界によってもよいと考えられる。ただし、図中で、限界掃流力が掃流力より大きい領域すなわち、河床材料が移動しない場合 ($\tau_* \approx 0.04 \sim 0.05$ 以下) に砂礫堆が形成されているものについては、調査精度の問題か、又は、実際に砂礫堆が形成されるのかを検討する必要がある。ただ、水理実験 (一定流量、洪水波形を有する流量) において、ある水理量でいったん砂礫堆が形成されると、流量を減水させても砂礫堆は消滅することなく形成されている場合がある。これらの実例からの条件、

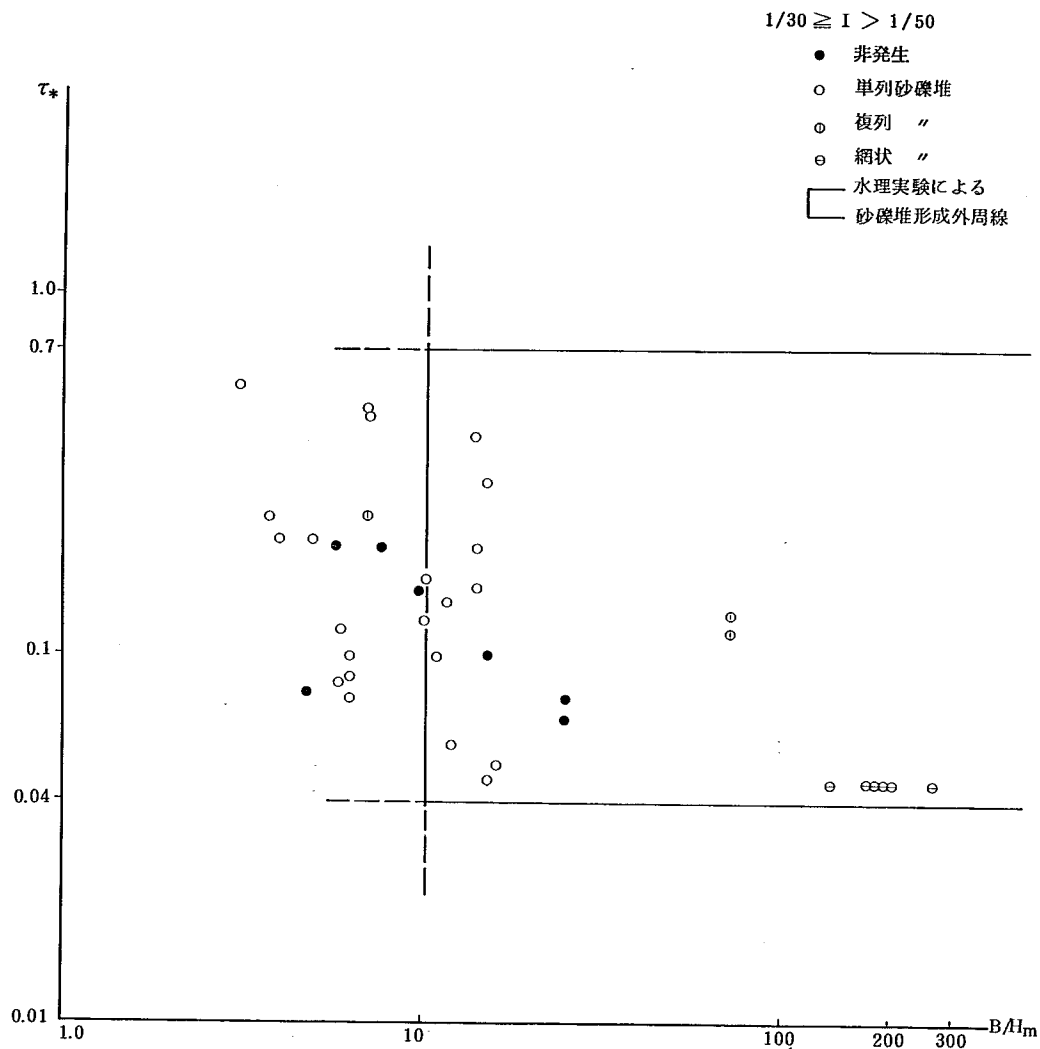
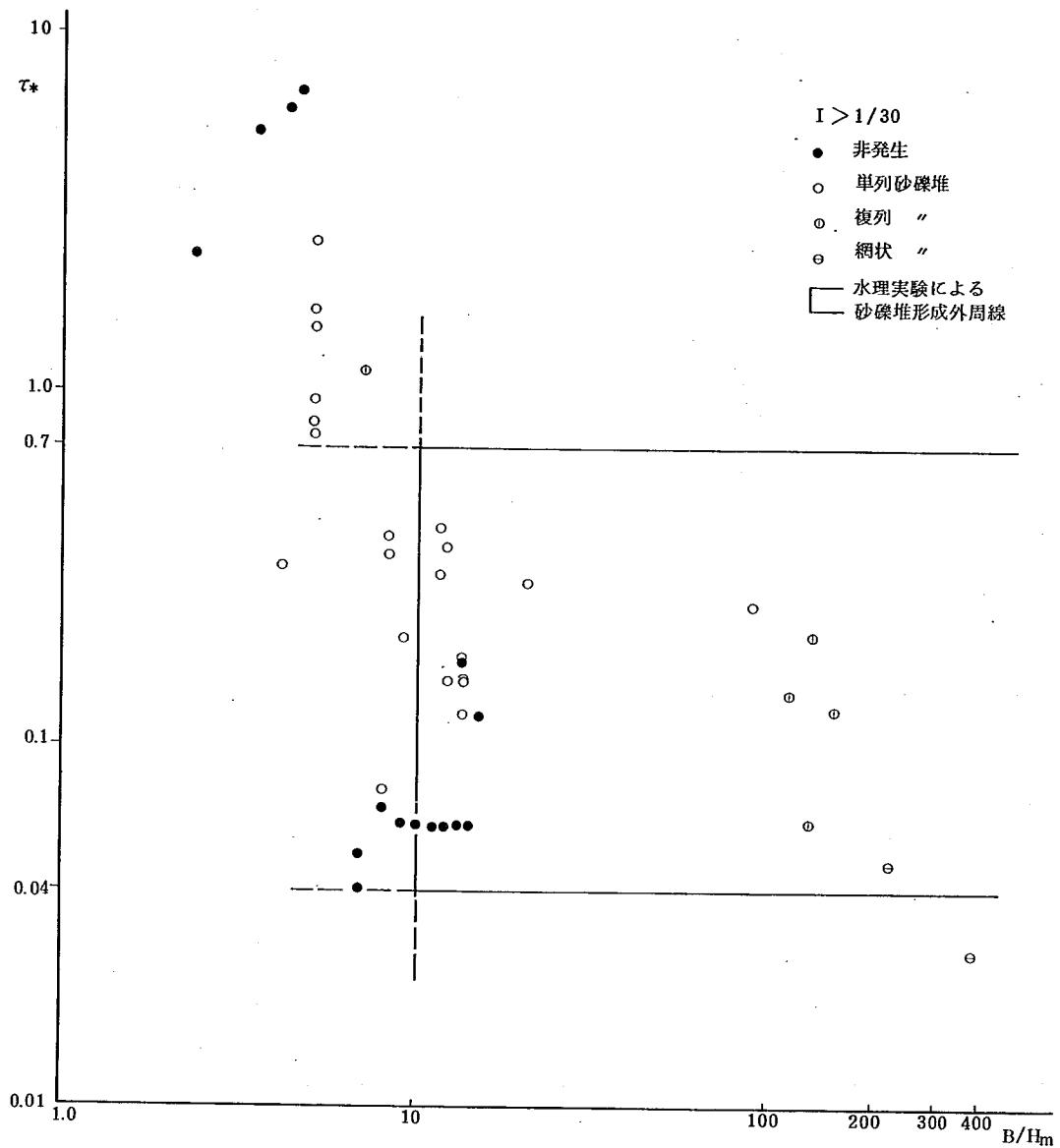


図-2.2.3 既設流路工における砂礫堆の形成条件と領域区分

すなわち流路工内で河床材料が移動せずに砂礫堆が形成されているとすれば、調査表に記入されている竣工後の最大水深は、実際には最大水深 $H_{\max}$ をとったものでなく、減水期での水深であるとも考えられる。

以上から、現地流路工においても砂礫堆の形成条件は水理実験による形成条件である(5)、(6)式で示されると考えられる。

形態区分については、パラメーターとした河床勾配によって範囲に多少の変動はあるが水理実験結果同様 B/H_m の大きさに規定されている。しかしながら、前述したように水深の値として、



図－2.2.4 既設流路工における砂礫堆の形成条件と領域区分

流路工竣工後最大水深をとっているために B/H_m 値が水理実験結果に較べて多少小さい値として表現されている傾向がある。

2-3 砂礫堆の形状

(イ) 砂礫堆の長さ l_s と水路幅 B の関係

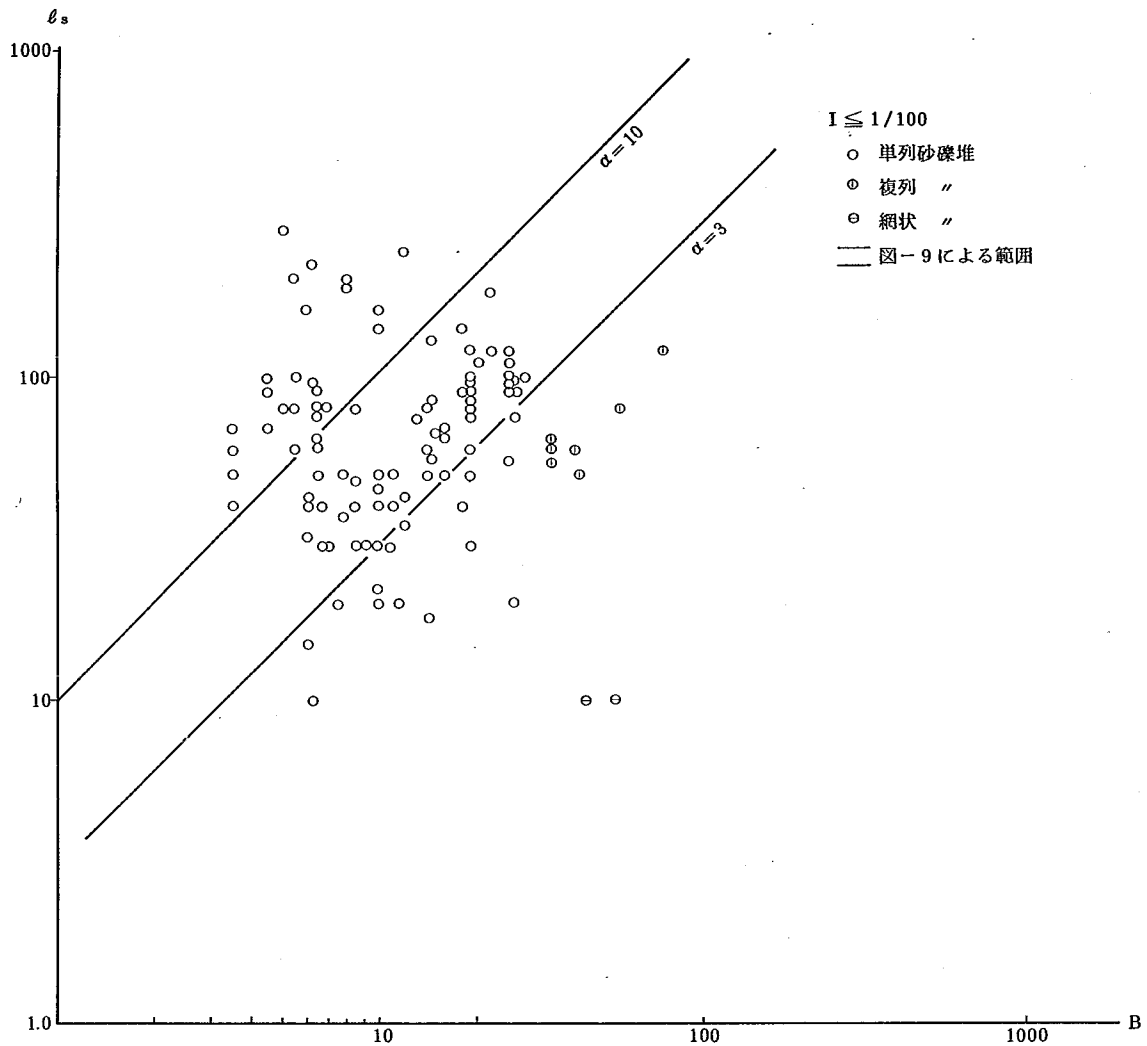


図-2.3.1 既設流路工における砂礫堆の長さ和水路幅の関係

既設流路工内において砂礫堆の長さ l_s と水路幅 B とがどのような関係にあるのかを検討した。
(図-2.3.1 ~ 2.3.5)

図-2.3.5 の中で、複列砂礫堆の長さ和水路幅については、その水路幅 B を $B/2$ ととることにより、単列砂礫堆と同じ水理量に対する水路幅という考え方をもって検討したところ、図-2.3.5 のような破線の範囲をとった。網状砂礫堆については、横断的にみて単列砂礫堆がいくつかの集合で形成されているかわからなかったため、前述の概念を導入することはできなかった。

いまここで、 l_s と B の比を α とすれば、既設流路工における α 値は、水理実験で得られた(8)式の $\alpha=3 \sim 10$ に較べて広範囲に及んでいる。この結果が床固工等工作物による影響であるか

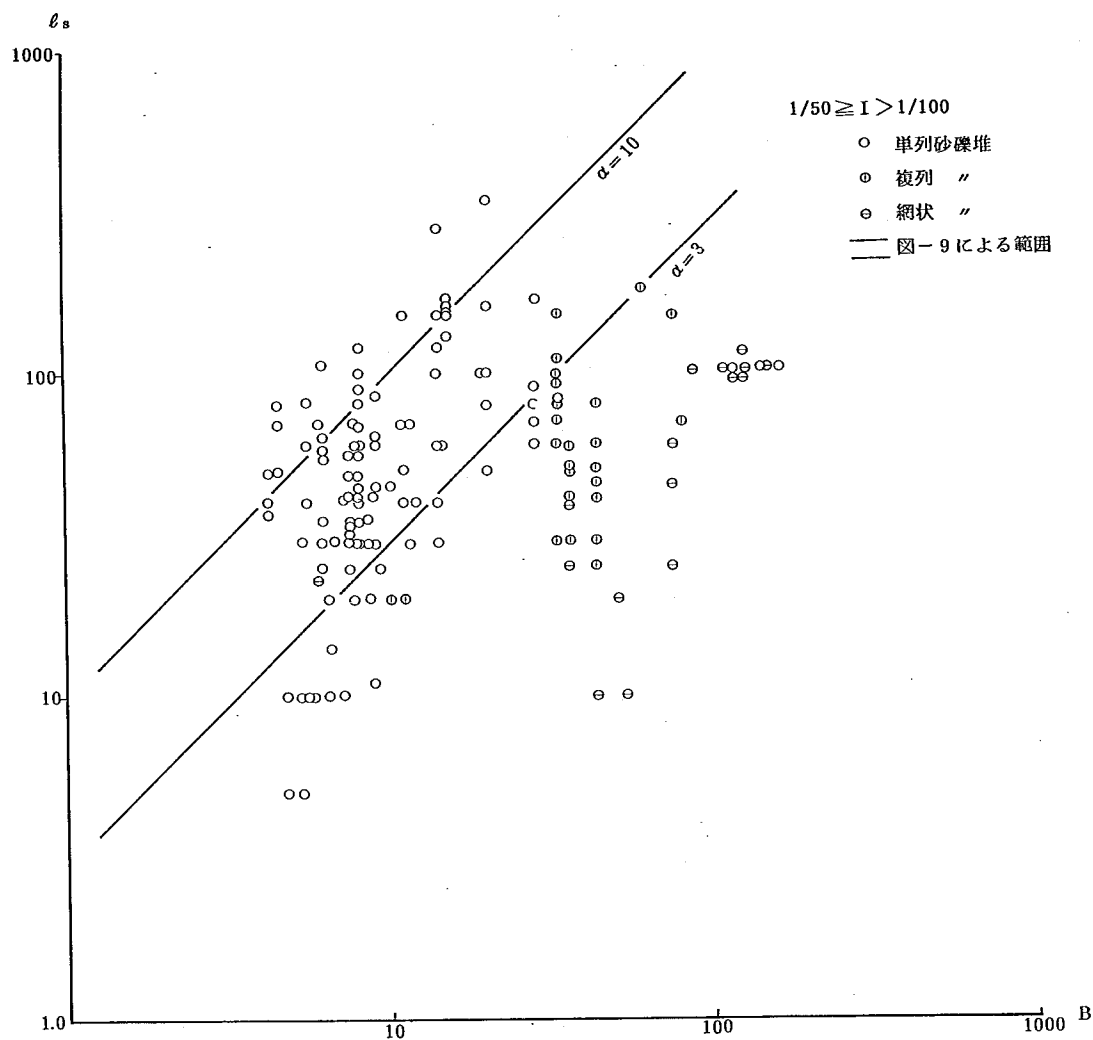


図-2.3.2 既設流路工における砂礫堆の長さ和水路幅の関係

どうか今後検討する必要がある。

(ロ) 砂礫堆の長さ l_s と高さ h_s の関係

砂礫堆の長さ l_s と高さ h_s の関係を図-2.4.1～図-2.4.4のように整理した。水理実験結果（図-11.1, 図-11.2）からは、 $h_s = f(l_s)$ といった相関がみられたが、既設流路工内においては、相関がみられなかった。

ただし、全体的に、 $h_s = 0.1 \sim 1.0 \text{ m}$, $l_s = 1.0 \sim 10.0 \text{ m}$ の範囲内に分布していることがうかがえる。また、単列、複列及び網状砂礫堆の3形態の h_s , l_s については、

h_s : 単列 > 複列 > 網状

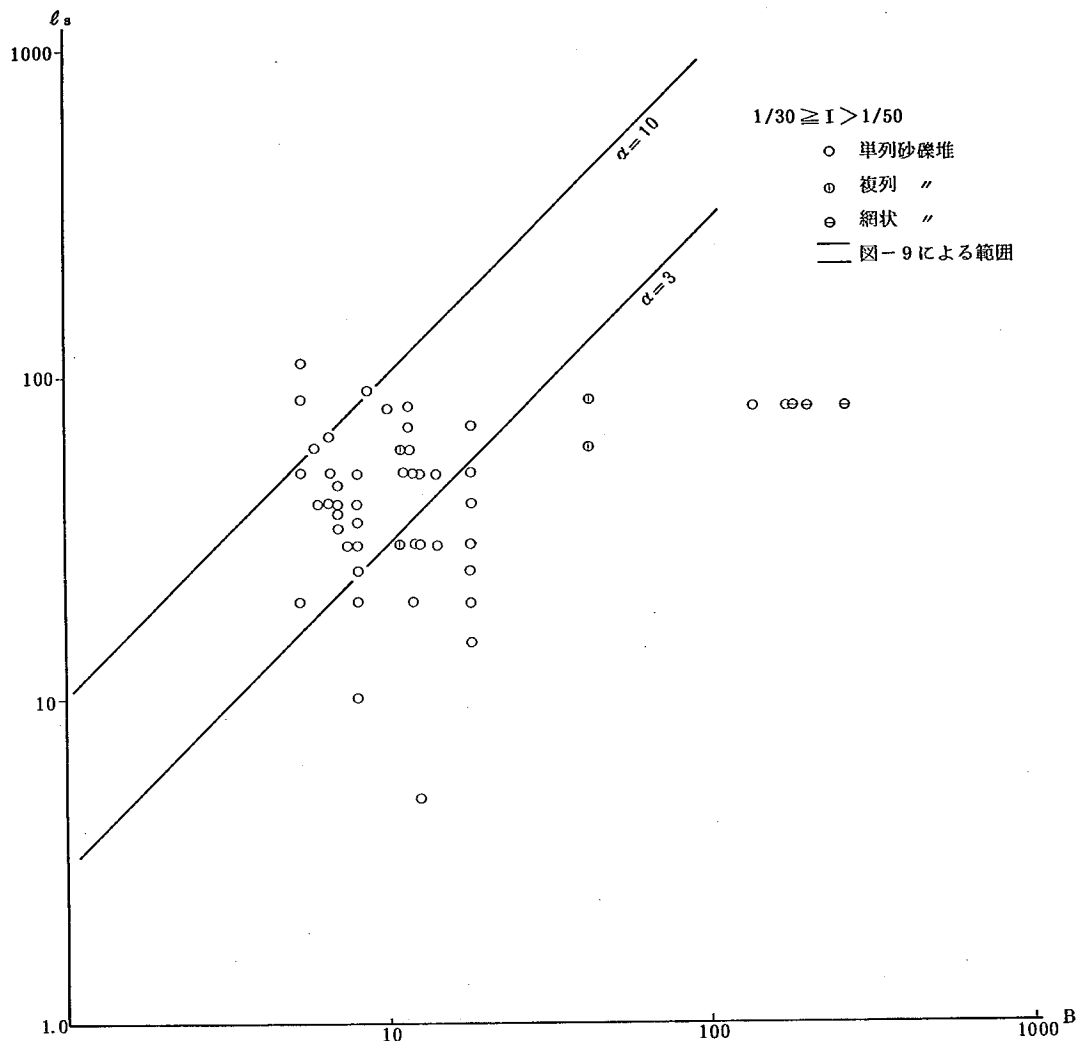


図-2.3.3 既設流路工における砂礫堆の長さ和水路幅の関係

l_s : 単列 ≧ 複列 ≧ 網状

といった関係があるように思われるが、前述したようにプロット値が広範囲に分布しているため、断言できない。

(イ) 砂礫堆高さ h_s と水路幅 B との関係

第1章同様に、 h_s 、 B の関係を H_m を用いて無次元化して図-2.5.1～図2.5.4のように整理した。

図から、既設流路工に単列砂礫堆が形成される領域 ($3.0 \leq B/H_m \leq 20.0$) においては、黒木らの言うような比例関係が両者の間に成立するようと思われる。また、 B/H_m 値が単列砂礫

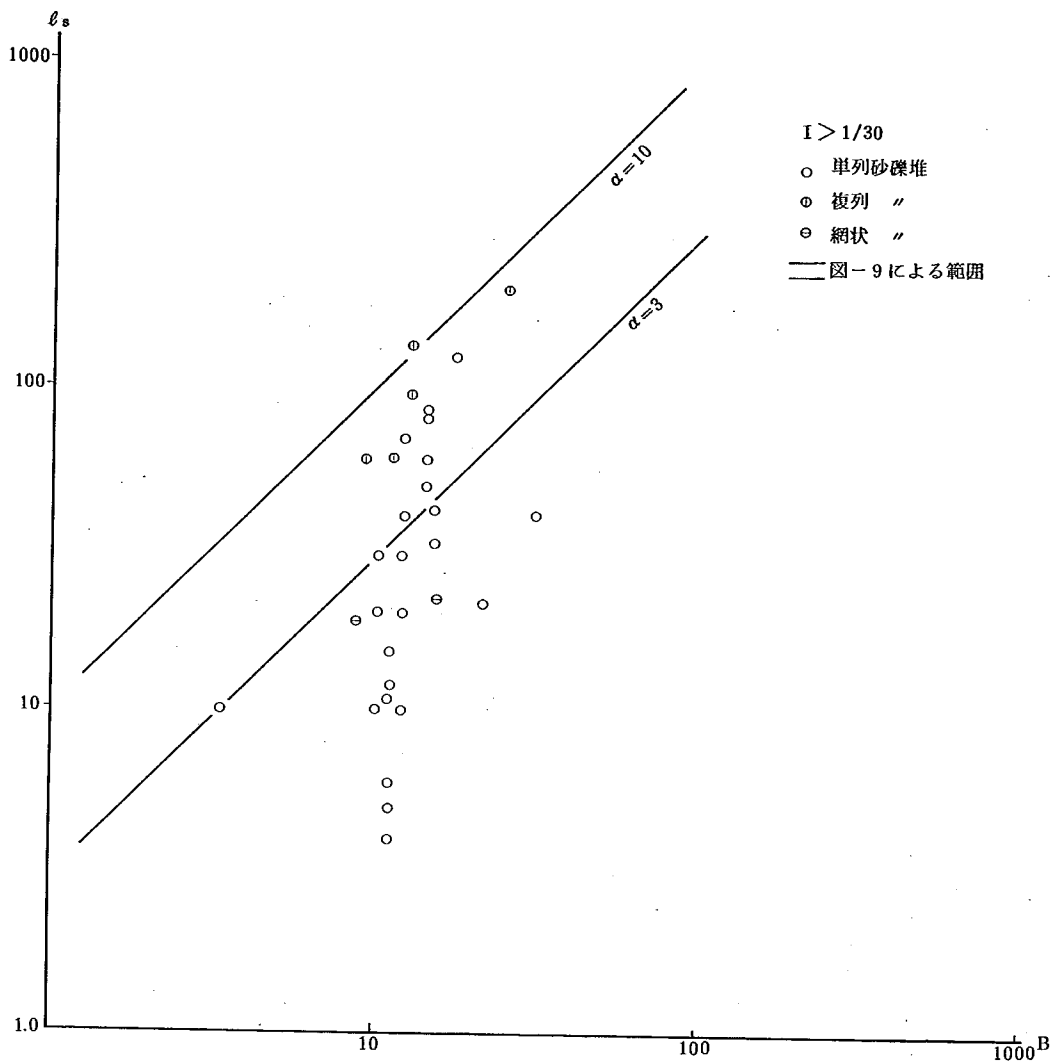


図-2.3.4 既設流路工における砂礫堆の長さ和水路幅の関係

堆又は平坦河床を形成する値を超え、いわゆる移行区域を経て、複列、網状砂礫堆が形成される領域 ($B/H_m \geq 60$) に達すると、その時に h_s/H_m 値は単列砂礫堆が形成される領域での h_s/H_m 値に較べて小さい値を示した。これらの事項から総合判断すると、既設流路工における砂礫堆の高さと水路幅の関係は、その上限値については、第1章の図-12に示した筆者らの推定線に似た傾向にあるように思われるが、全体的に $B/H_m > 10$ の範囲において、 h_s/H_m が下る傾向にある。

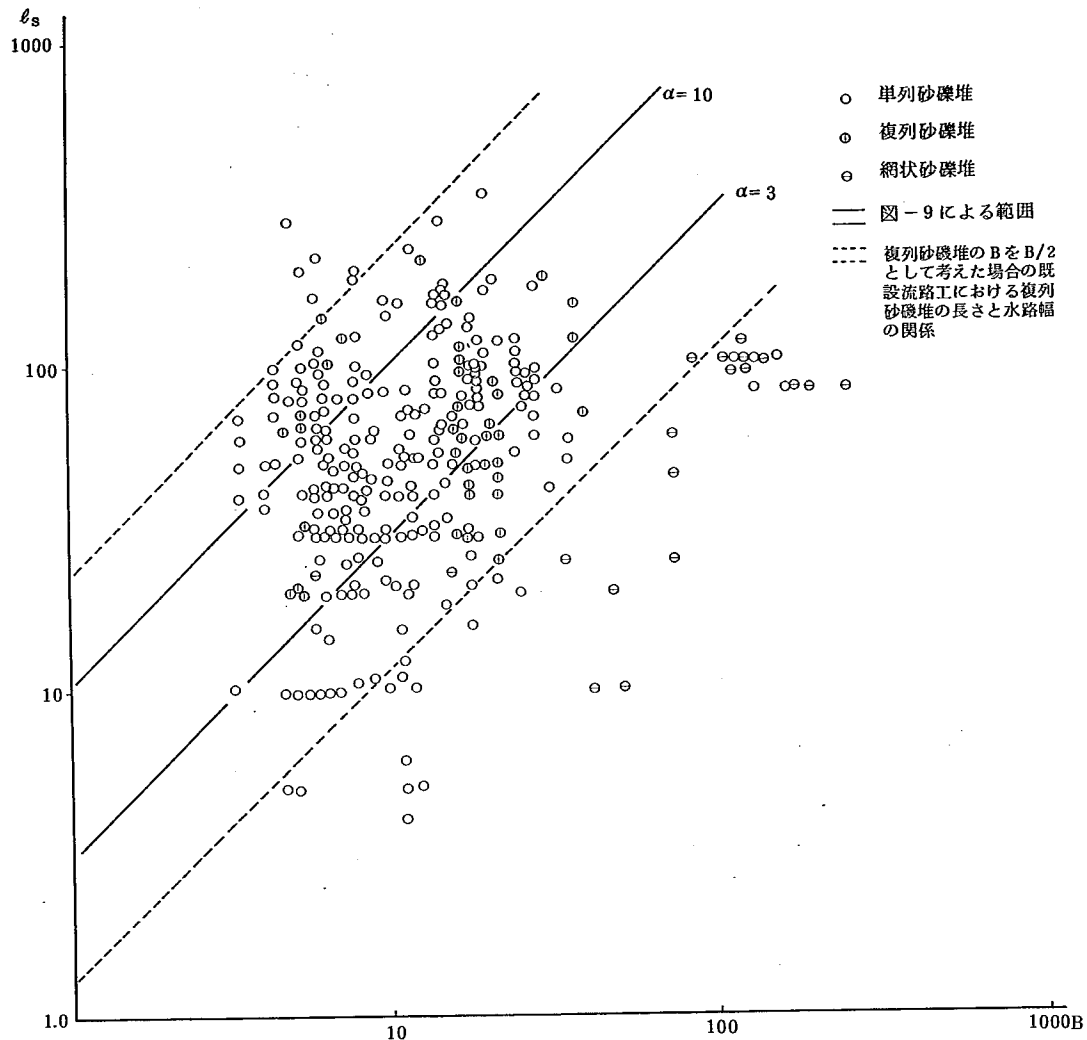


図-2.3.5 既設流路工における砂礫堆の長さ和水路幅の関係

2-4 まとめ

以上、既設流路工における砂礫堆の諸特性について述べたが、それらをまとめると次のようになる。

- (1) 砂礫堆形成の境界条件は、水理実験からの結果同様、(5)、(6)式によって決まる。
- (2) 砂礫堆の平面形態区分は、 B/Hm の大きさによって規定される。
- (3) 砂礫堆の長さは、水路幅に関係すると思われるが水理実験で得られた結果と比較する（図-2.3.5）と、既設流路工に存在する砂礫堆の長さは、水理実験の(8)式に較べて広範囲に及んでいる。

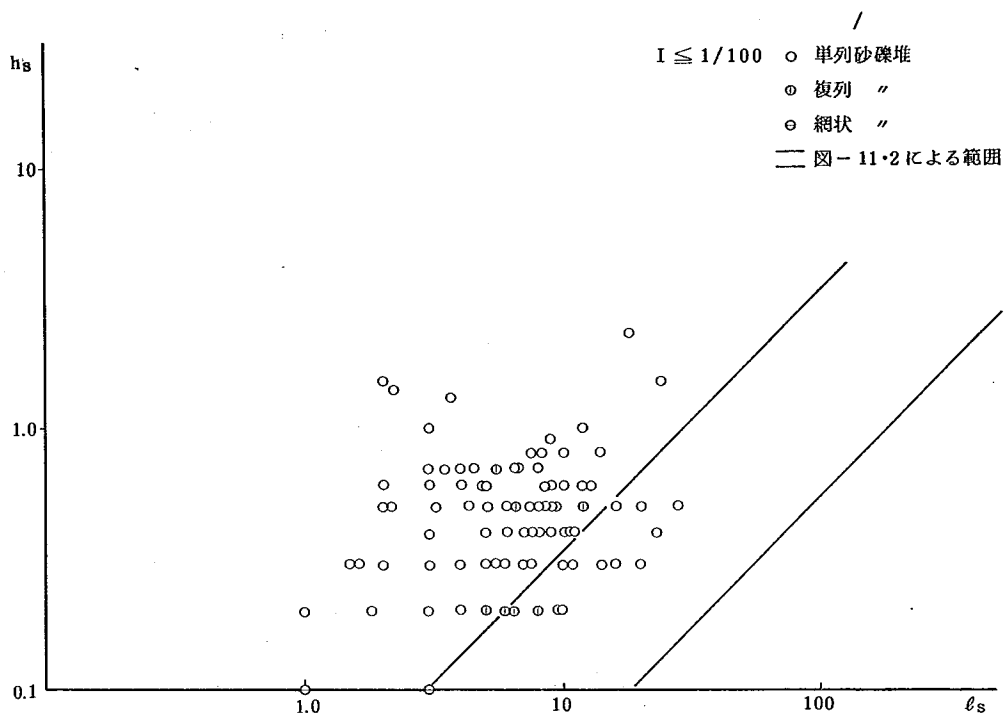


図-2.4.1 既設流路工における砂礫堆の長さ と 高さの関係

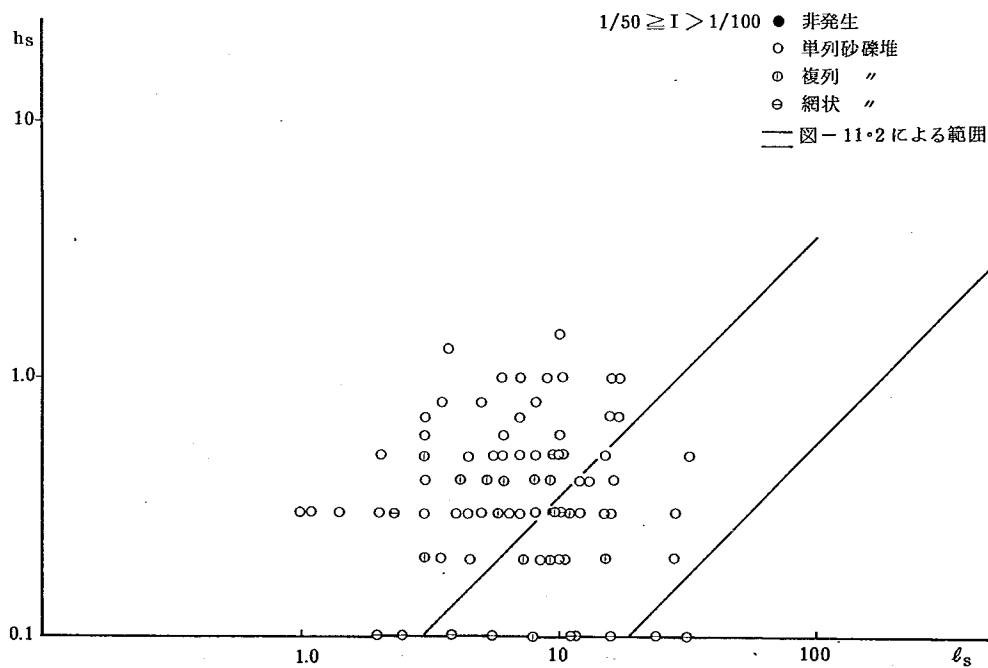


図-2.4.2 既設流路工における砂礫堆の長さ と 高さの関係

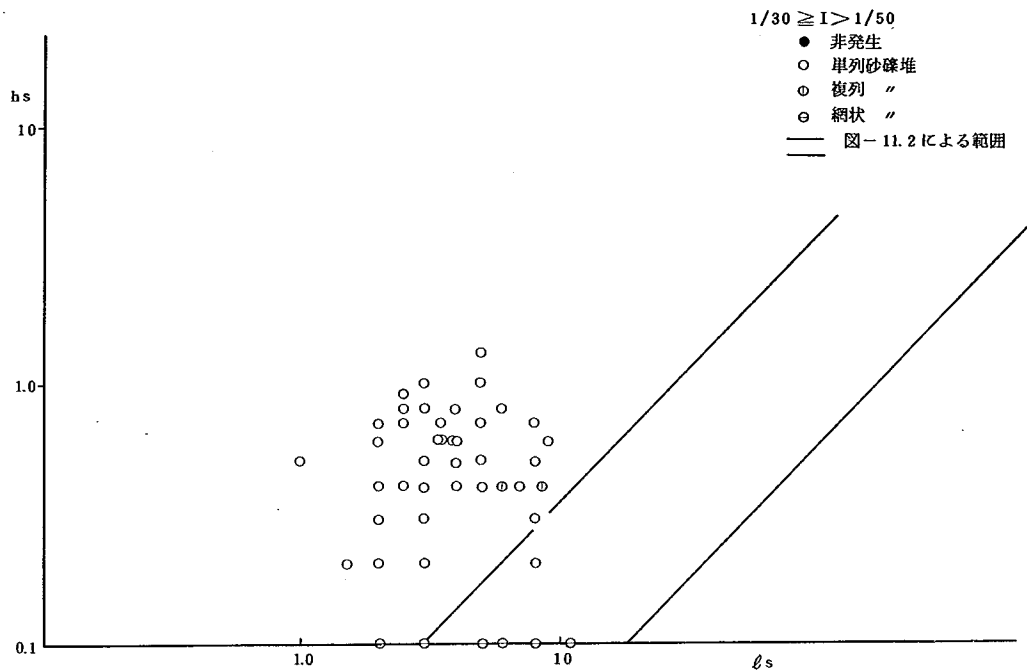


図-2.4.3 既設流路工における砂礫堆の長さ と 高さの関係

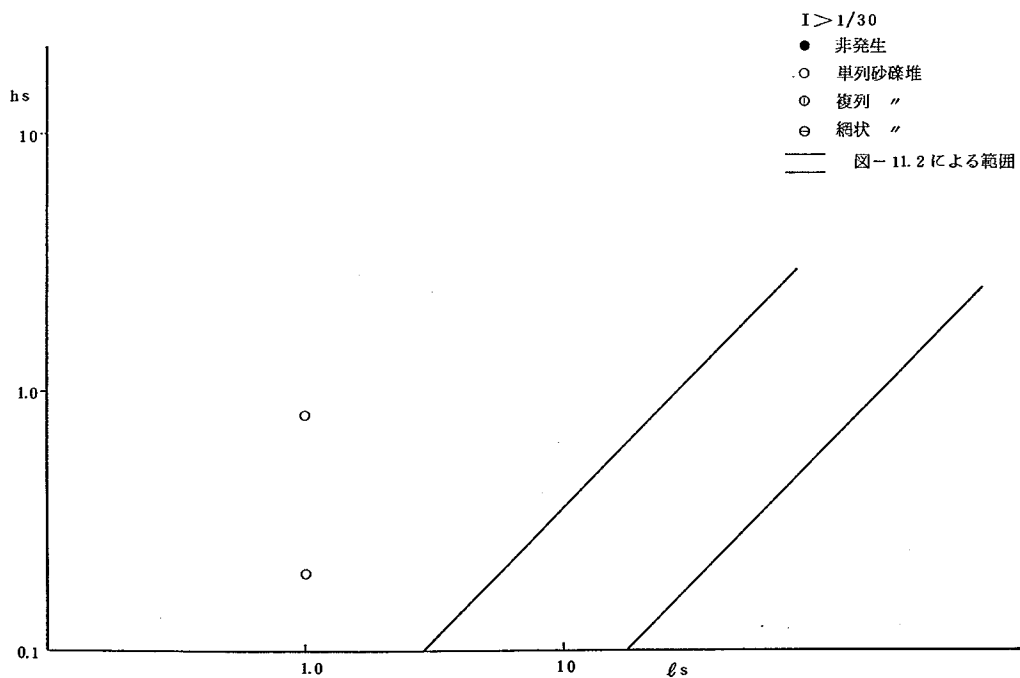
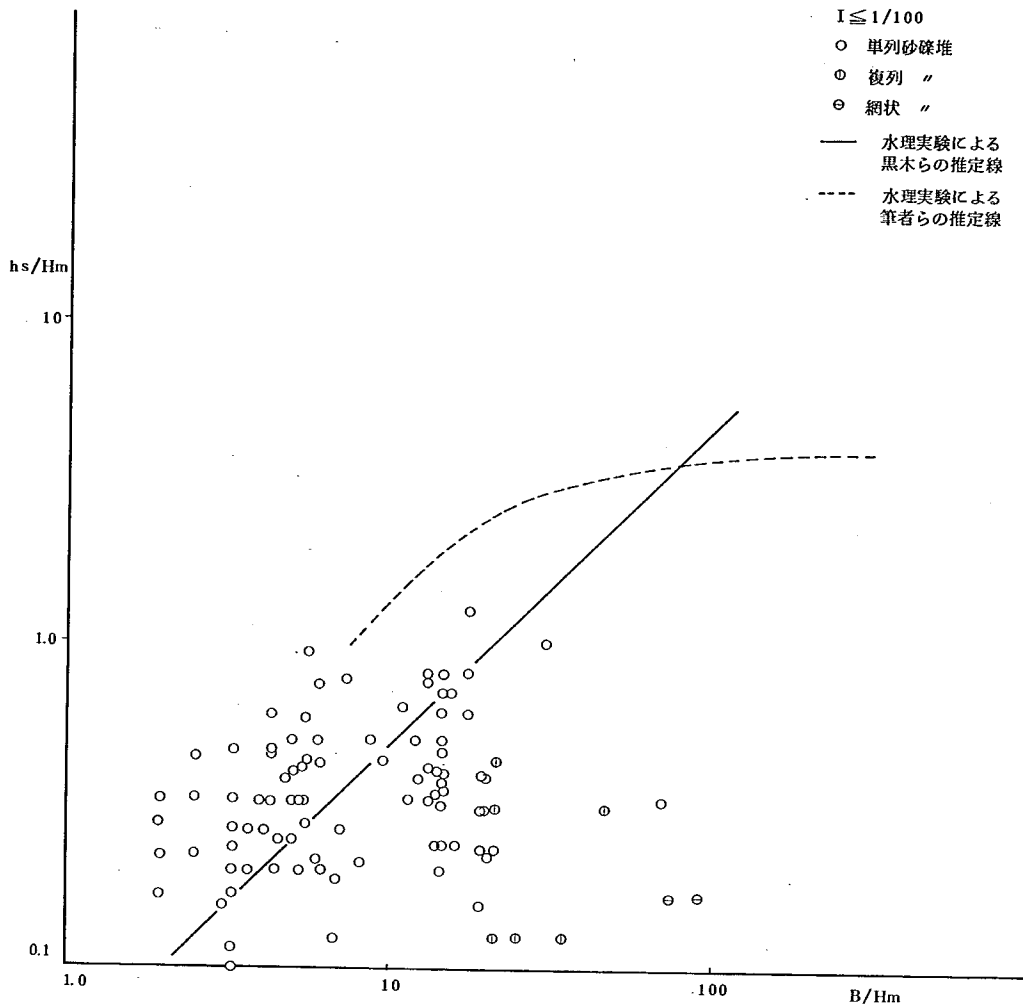


図-2.4.4 既設流路工における砂礫堆の長さ と 高さの関係



図－2.5.1・既設流路工における砂礫堆の高さと水路幅の関係

(4) 砂礫堆の高さは、単列砂礫堆が形成される領域においては、高さと水路幅には比例関係があるように思われる。また、複列、網状砂礫堆が形成される領域においては、高さと水路幅には直線的な関係がみられない。 hs/Hm の上限値は、第1章図－12に示した筆者らの推定線に似た傾向にあるように思われる。しかしながら全体的には、推定よりも小さい傾向にある。

以上、既設流路工における砂礫堆の諸特性についてまとめを行ない、水理実験結果と比較検討してきたが、ほぼ、第1章に述べた水理実験結果が、現地においても適用できることが判明した。しかし、床固工の影響等を今後検討すべき事項も多い。今後は、順次水理実験によって研究し、現地調査結果ともあわせて検討をおこない、流路工計画の一資料とするように努力するつもりである。

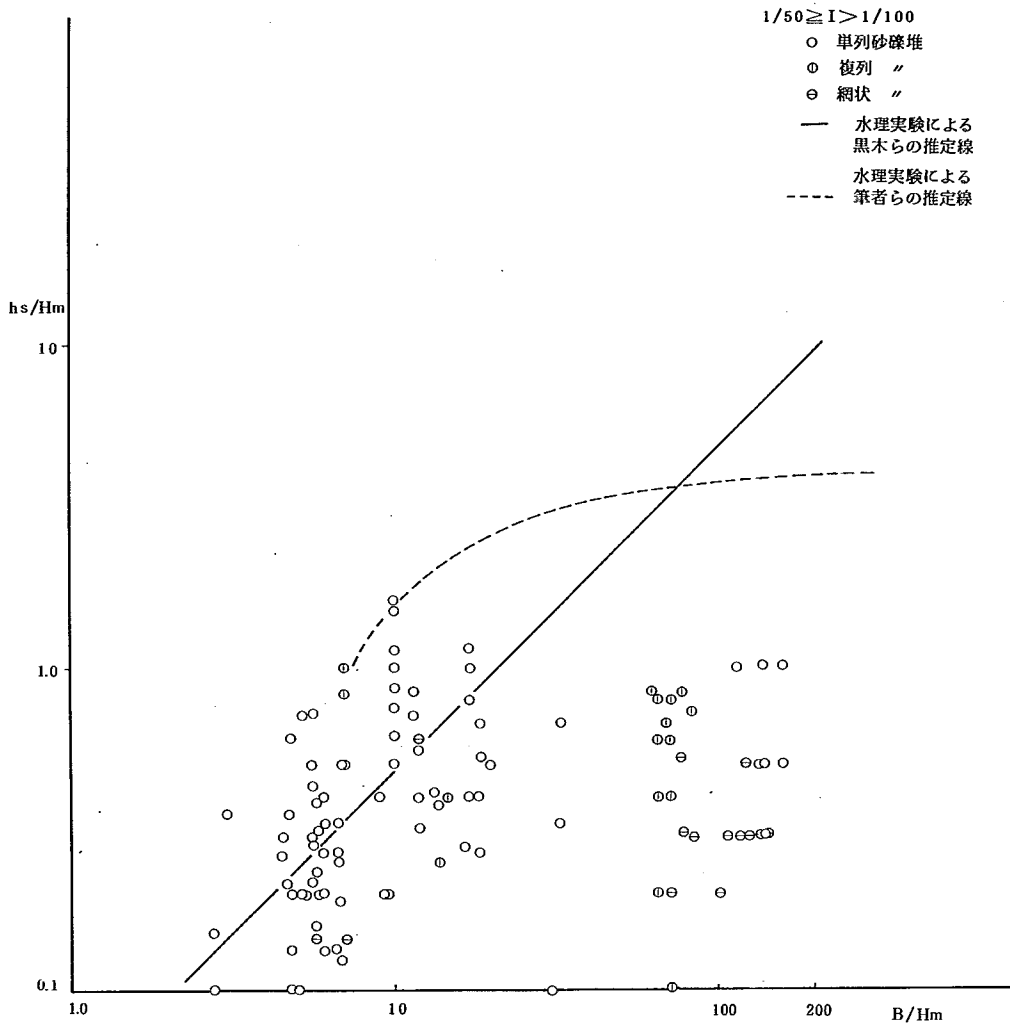


図-2.5.2 既設流路工における砂礫堆の高さと水路幅の関係

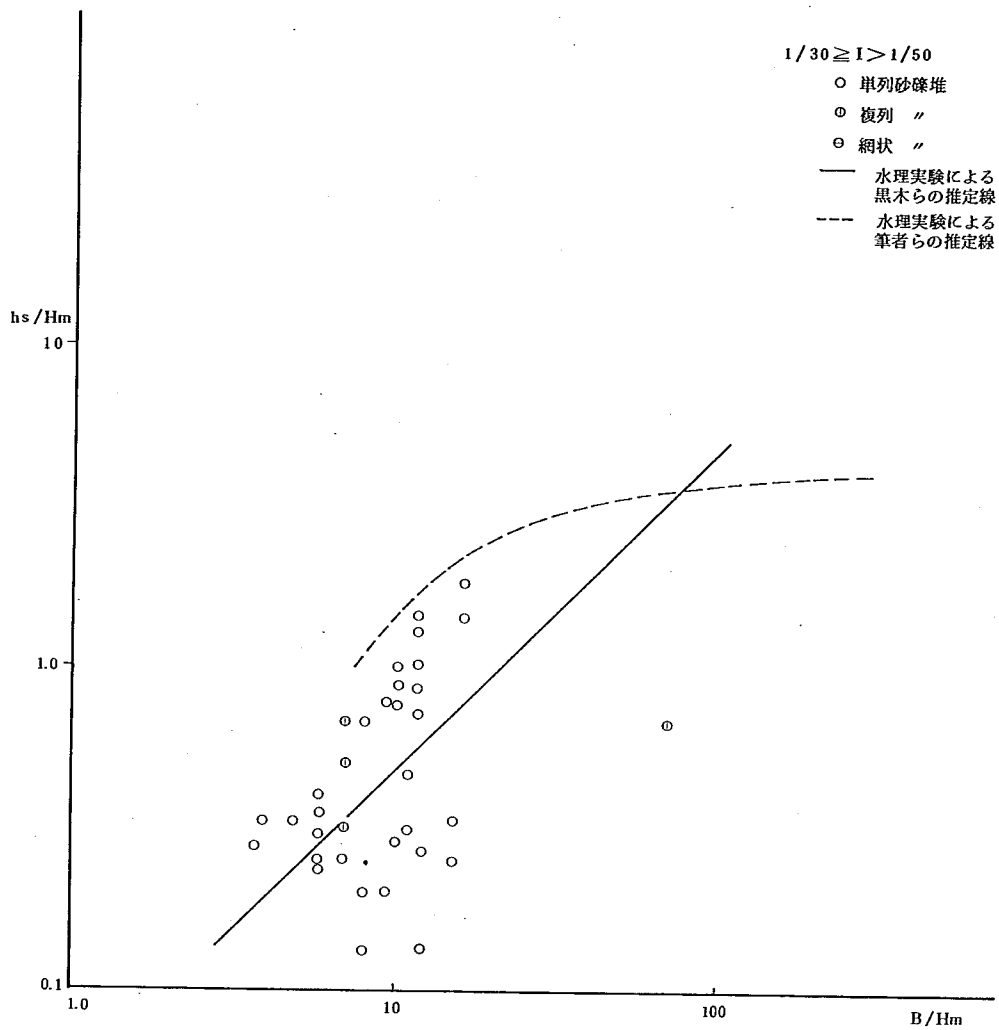


図-2.5.3 既設流路工における砂礫堆の高さと水路幅の関係

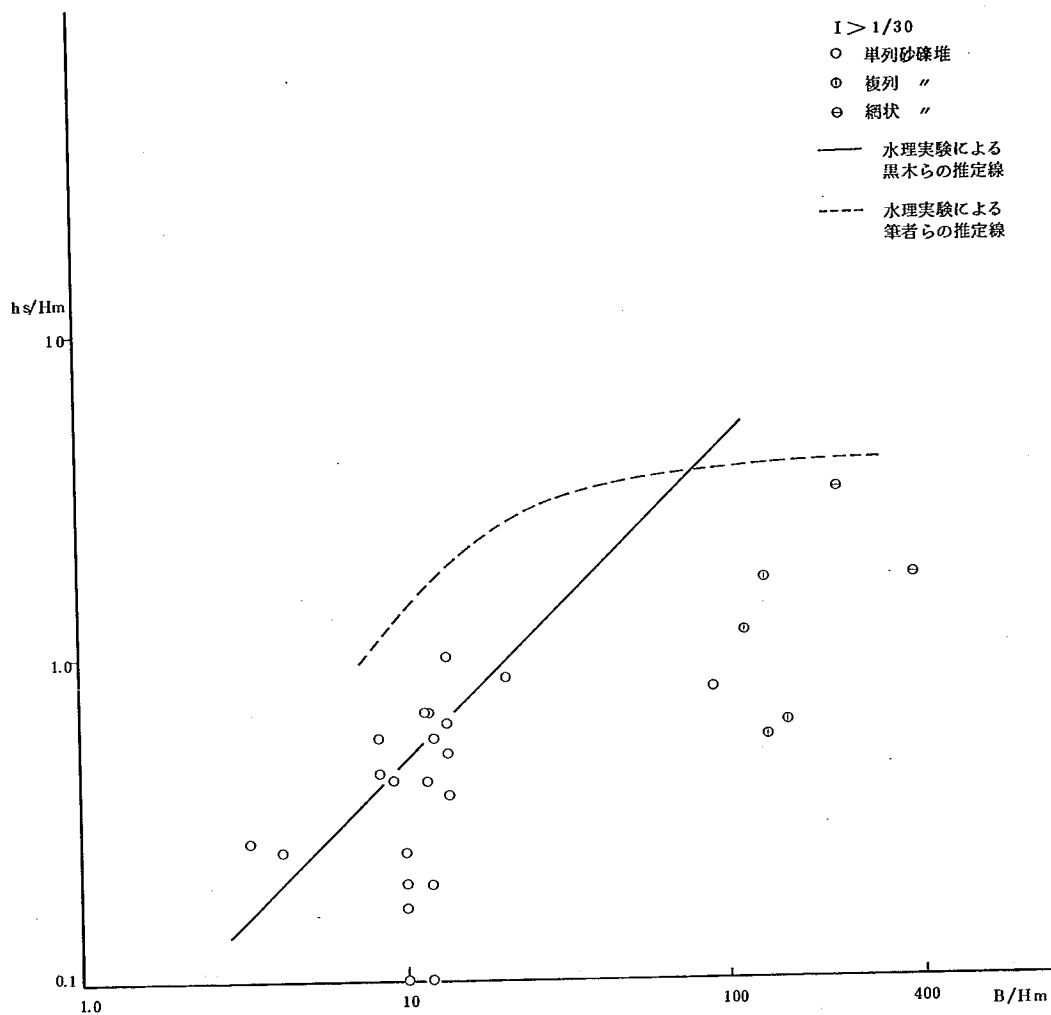


図-2.5.4 既設流路工における砂礫堆の高さと水路幅の関係

参 考 文 献

(1) 池谷 浩, 伊卷幹雄

急勾配河川における水理特性 土研資料第1309号

s 53. 3

附録-1 調査要領および調査表

地 建 お よ び 都 道 府 県 名 事 務 所	河 川 名	地 建 お よ び 都 道 府 県 名 事 務 所	河 川 名
関 東 地 建 日 光 砂防工事々務所	大 谷 川	富 山 県	宇奈月谷川・大瀬谷川
		石 川 県	二 宮 川
関 東 地 建 利 根 川 水系工事々務所	栗 原 川	静 岡 県	深 沢 川・麻 棧 川
		愛 知 県	坂 佐 川
関 東 地 建 富 士 川 砂防工事々務所	釜 無 川	福 井 県	赤 谷 川
		岐 阜 県	力 石 川・大 桑 川・菅 沢 谷
関 東 地 建 富 士 川 砂防工事々務所	シロシシ沢	滋 賀 県	光善寺川支川
		奈 良 県	薬師堂川
北 陸 地 建 松 本 砂防工事々務所	魚伊羅津谷	大 阪 府	妙 見 川
		鳥 取 県	葛 谷 川・ヒレジ谷川・精 進 川
近 畿 地 建 六 甲 砂防工事々務所	有 野 川	山 口 県	中 村 川
		愛 媛 県	菊 川
北 海 道	ユーフレ川・於礼内川・18 線 川	高 知 県	風 指 川・西 谷 川
岩 手 県	安 比 川	福 岡 県	不 動 川・筒 丸 川・内 住 川
宮 城 県	宮 の 沢・鹿 又 川・草 木 川 虎 沢・北 沢	長 崎 県	綿 打 川・江 迎 川
		佐 賀 県	伊 岐 佐 谷 川
秋 田 県	赤 倉 川・粕 田 川・外ノ目川	熊 本 県	汐 井 川
山 形 県	絹 出 川・大 樽 川	大 分 県	一 の 瀬 川・鍛 冶 屋 川
栃 木 県	逆 川・前 川	宮 崎 県	野 地 川・水 喰 川・崩 川
埼 玉 県	曾 沢・篠 葉 沢・志 戸 川		五 本 松 川
千 葉 県	相 川	鹿 児 島 県	白 木 山 川・塚 脇 川・本 城 川
山 梨 県	寺 沢 川・佐 野 川・御 勅 使 川		佳 例 川

調 査 要 領

箇所別調査表（平面番号とは平面略図のブロック番号を示す）

イ) 河幅及びブロックの区間長を記入して下さい。

（記入欄(1), (2)）ここで河幅とは護岸間隔を記入して下さい。

ロ) ブロックごとの河床勾配を記入して下さい。（記入欄(3)）

ハ) 洗掘区域か堆積区域か

各ブロックが洗掘区域にあるか堆積区域にあるかを調べて下さい。

一つの目安としては、計画勾配に対して現在の河床が高ければ堆積区域、低ければ洗掘区域と言えよう。横工直下流の洗掘状態も一つの目安を与えますが局所的な洗掘にはとらわれないで下さい。（記入欄(4)）

ニ) 砂礫堆ができているかどうか。

中規模の河床形態を調べるわけで、砂れんや砂堆等小規模な河床形態は無視して下さい。

一般的には次のような分類が考えられます。（記入欄(5)）

I) 砂礫堆ができていない。（記入例×）

II) 単列の砂礫堆ができている。（記入例○単砂）

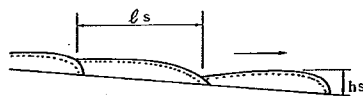
III) 複列の砂礫堆ができている。（記入例○複砂）

IV) 網状の砂礫堆ができている。（記入例○網状）

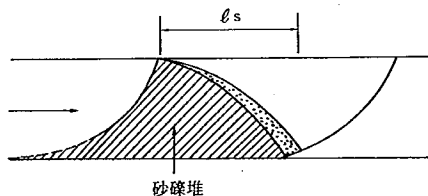
以上の他に、各々の中間の領域が考えられる。その場合には中間領域と記入して下さい。

ホ) 砂礫堆の形状を調査して下さい。（記入欄(6)）

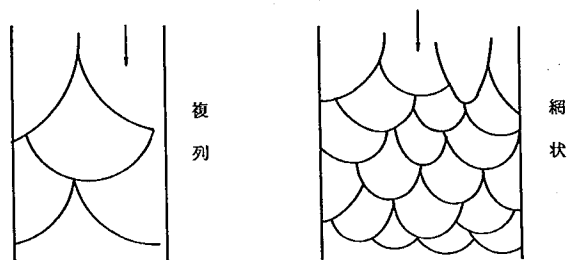
I) 高さ (h_s) …… 最も高い位置での高さを測定して下さい。



II) 長さ (ℓ_s)



ただし、単列砂礫堆では形状が比較的明確で計測が容易ですが、複列や網状になると形状が不明確ですので全体の形状を充分把握して調査して下さい。



へ) 流路工竣工後の既応最大水位を調査して下さい。(記入欄(7))

既応水位の推定法には種々の方法があるが、精度のよい順に記述すると以下の通りである。

また記号 (a - e) は調査表(7)の調査方法の欄に記入する記号です。

I) 水位調査資料による。(自記・普通をとわない)(a)

II) 洪水時の人間の観察。.....(b)

洪水時は水防等人が河川に近づく機会が多いのでよく調べると水位がどれくらいであったかをおぼえている人がいる。

III) 近隣の雨量資料から算出する。.....(c)

IV) コケや植物による方法。.....(d)

上記の方法がどれもあてはまらない場合、河床に存在する植物や護岸工についたセンタイ類による変色を調べると水位が推定できることもある。これは上流からの土砂供給及び土砂の移動の有無が植物に影響を与えると考えられるからである。

V) そ の 他(e)

その他の調査方法の場合には調査方法名も記入して下さい。

VI) 最高水位に対応する流量がわかっている場合には水位の欄に () 書きで記入して下さい。なお、水位が不明で流量のみ判明している場合にも () 書きで流量を記入して下さい。

ト) 最大粒径 (dmax) と平均粒径 (dmean) を調べて下さい。(記入欄(8))

調査手法は前回流路工の諸元を調査していただいた時と同じ手法で実施して下さい。

なお、最大粒径の簡易調査法としては次の方法があります。

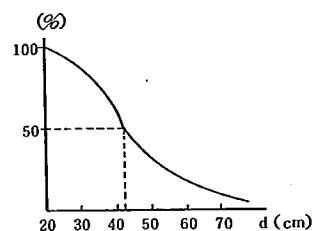
I) 最大粒径が 20 cm 以下の場合は計測して下さい。

II) 最大粒径が 20 cm 以上の場合は土木研究所の方法によって実施できます。

まず、河道横断方向に一つの測線をひき、この測線の下に存在する直径 20 cm 以上の礫径を平均径 $\left(\frac{\text{長径} + \text{短径}}{2}\right)$ として記入し、整理して全個数に対する百分率として表わします。そして最大粒径 (dmax) とし

てはこのグラフ上の 50% にあたる粒径とします。

なお、側方から供給されたような石礫はこの調査



から除くことが注意を要することです。

平均粒径の簡易調査手法としては、線格子法による方法が山本⁽²⁾によって発表されているので別にその論文を添付しましたので参考として下さい。

調査方法の欄には ふるいわけによる調査 …… (a)

簡易手法による調査 …… (b)

そ の 他 …… (c)

を記入して下さい。なお(c)その他の場合にはその調査手法名を記入して下さい。

チ) 備 考 (記入欄(9))

以上の調査の他、現地で見つかったことを記入して下さい。また砂礫堆の移動速度等が判明している場合はこの欄に記入して下さい。

表-1 箇所別調査表 (No○○)

○○地建○○工事々務所
○○県

〇〇地建〇〇工事々務所
〇〇県

河川名	× × 谷 川												
平 面 番 号	(1) 河 幅 (m)	(2) 区間長 (m)	(3) 河 床 勾 配	(4) 洗掘か 堆積か	(5) 砂礫堆 の有無	(6) 砂礫堆の 形 状		(7) 竣工後の 最大水位		(8) 粒 径			(9) 備 考
						高さ (m)	長さ (m)	水 位 (m) (流量)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法	
1	20	60	1/30	堆 積	○単列	0.8	55	1.2 (120)	(b)	50	8	(b)	
2	20	60	1/30	堆 積	○単列	0.7	50	1.2	(b)	50	8	(b)	
3	30	70	1/50	平 衡	中間								砂礫堆として は不明
4	30	70	1/50	洗 掘	○複列	0.3	40	1.4	(b)	30	3	(b)	
5	40	80	1/70	洗 掘	○網状	0.1	10	1.4	(b)				
6			1/80										

(注1) 箇所別調査表は各河川ごとに1枚ずつ表にして下さい。

支川が別河川名となっている場合には、支川は別表にして下さい。

(注2) 三面張り流路工で土砂堆積のまったくない場合には「土砂堆積なし」として他の記入はいりません。

(注3) (7)水位の欄の下段()は流量を記入するもので河川としてすべて同じ(途中支川からの増量がない)場合には最上段のブロックの水位の項に記入して他の欄の記入は省略してかまいません。

(単位 m^3/sec)

[illegible]

関東地建利根川水系工事々務所

河川名		栗 原 川																	
区 間 番 号	河 幅 B (m)	区 間 長 (m)	河 床 勾 配	洗 掘 堆 積	砂 堆 の 有 無	砂 礫 堆 形 状		殘 功 後 最 大 水 位		粒 径			無次元 掃流力 τ_*	B/Hm	Hm/dm	Hs/Hm	$\frac{\ell_s}{B}$ $\frac{L}{B}$		
						高さ Hs (m)	長さ ℓ_s (m)	水位 Hm (m)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法							
1	34	130	1/100	堆積	×			1.6	(a)					21.25				3.82	
2	34	80	1/100	"	×			1.6	(a)	18	6	(b)	0.162	21.25	26.67			2.35	
3	34	70	1/100	"	×			1.6	(a)					21.25				2.06	
4	33	70	1/100	"	×			1.6	(a)					20.63				2.12	
5	38	94	1/100	"	×			1.6	(a)					23.75				2.47	
6	34	80	1/100	"	○複列	0.7	55	1.6	(a)					21.25		0.438		1.62 2.35	
7	34	80	1/100	"	○複列	0.5	65	1.6	(a)					21.25		0.313		1.91 2.35	
8	34	80	1/100	"	○複列	0.5	65	1.6	(a)	22	7	(b)	0.139	21.25	22.86	0.313		1.91 2.35	
9	34	80	1/100	"	—													2.35	
10	34	80	1/100	"	○複列	0.2	65	1.6	(a)					21.25		0.125		1.91 2.35	
11	34	80	1/100	"	×			1.6	(a)					21.25				2.35	
12	40	80	1/100	"	○複列	0.2	60	1.6	(a)	24	7	(b)	0.139	25.00	22.86	0.125		1.50 2.00	
13	55	80	1/100	"	○複列	0.2	80	1.6	(a)					34.38		0.125		1.45 1.45	
14	68	80	level	"	○複列	—	—	—	—									1.18	
15	75	120	1/100	"	○複列	0.5	120	1.6	(a)					46.88		0.313		1.60 1.60	

河川名	釜 無 川
-----	-------

- 54 -

[illegible]

— 56 —

都道府県名 北海道

河川名		ユーフレ川		洗掘 堆積	砂堆 の有無	砂礫堆形状		竣工後 最大水位	調査 方法	粒 径			無次元 掃流力 τ_*	B/Hm	Hny/dm	Hs/Hm	$\frac{\ell_s}{B}$ $\frac{L}{B}$
区 間 番 号	河 幅 B (m)	区 間 長 (m)	河床 勾 配			高さ Hs (m)	長さ ℓ_s (m)			最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法					
1	18.0	67.7	1/55		×					40	13					0	
2	16.5	58.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
3	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
4	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
5	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
6	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
7	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
8	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
9	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
10	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
11	16.5	70.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
12	16.5	70.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
13	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
14	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
15	16.5	70.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
16	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
17	16.5	70.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
18	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
19	16.5	60.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
20	16.5	70.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
21	16.5	70.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
22	16.5	70.0	1/55		×			1.0	(b)	40	13		0.085	16.50	7.69	0	
23	16.5	60.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
24	16.5	60.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
25	16.5	70.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
26	16.5	70.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
27	16.5	70.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
28	16.5	60.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
29	16.5	60.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
30	16.5	70.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
31	16.5	60.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	
32	16.5	60.0	1/60		×			1.05	(b)	40	13		0.082	15.71	8.08	0	

都道府県名 北海道

河川名		於 札 内 川		洗掘 堆積	砂堆 の有無	砂礫堆形状		後功 最大水位		粒 径			無次元 掃流力 τ*	B/Hm	Hm/dm	Hs/Hm	ℓ _s B L B
区間 番号	河 幅 B (m)	区間 長 (m)	河床 勾 配			高さ Hs (m)	長さ ℓs (m)	水位 Hm (m)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法					
1	15	169	1/60	堆積	○単列	0.5	150	1.25	(b)	60	10	(b)	0.126	12.00	12.50	0.400	10.00 11.27
2	15	160	1/60	堆積	〃	0.7	155	1.25	(b)	60	10	(b)	0.126	12.00	12.50	0.560	10.33 10.67
3	15	180	1/60	堆積	〃	0.4	160	1.25	(b)	60	10	(b)	0.126	12.00	12.50	0.320	10.67 12.00
4	15	160	1/60	堆積	〃	0.3	150	1.25	(b)	60	10	(b)	0.126	12.00	12.50	0.240	10.00 10.67
6	15	160	1/60	洗掘	〃	0.4	130	1.25	(b)	60	10	(b)	0.126	12.00	12.50	0.320	8.67 10.67
7	15	160	1/60	堆積	〃	0.3	150	1.25	(b)	60	10	(b)	0.126	12.00	12.50	0.240	10.00 10.67
8	15	180	1/60	堆積	〃	0.3	160	1.25	(b)	50	10	(b)	0.126	12.00	12.50	0.240	10.67 12.00
9	15	180	1/80	洗掘	〃	0.7	170	1.25	(b)	50	10	(b)	0.095	12.00	12.50	0.560	11.33 12.00
11	15	170	1/80	堆積	〃	0.3	150	1.25	(b)	40	8	(b)	0.118	12.00	15.63	0.240	10.00 11.33
13	18	165	1/100	洗掘	〃	0.3	140	1.25	(b)	30	5	(b)	0.152	14.40	25.00	0.240	7.78 9.17
17	18	109	1/100	洗掘	〃	0.5	90	1.25	(b)	30	5	(b)	0.152	14.40	25.00	0.400	5.00 6.06
18	18	115	1/100	洗掘	〃	0.5	90	1.25	(b)	30	5	(b)	0.152	14.40	25.00	0.400	5.00 6.39
20	18	58	1/100	洗掘	〃	0.3	40	1.25	(b)	30	5	(b)	0.152	14.40	25.00	0.240	2.22 3.22
23	18	120	1/100	洗掘	〃	0.4	90	1.25	(b)	20	3	(b)	0.253	14.40	41.67	0.320	5.00 6.67
25	20	125	1/150	堆積	〃	0.3	110	1.25	(b)	40	8	(b)	0.063	16.00	15.63	0.240	5.50 6.25
26	25	125	1/150	洗掘	〃	0.2	100	1.30	(b)	30	5	(b)	0.105	19.23	26.00	0.154	4.00 5.00
27	25	125	1/150	堆積	〃	0.2	95	1.30	(b)	20	3	(b)	0.175	19.23	43.33	0.154	3.80 5.00
28	25	125	1/150	洗掘	〃	0.5	95	1.30	(b)	20	3	(b)	0.175	19.23	43.33	0.385	3.80 5.00
29	25	85	1/150	堆積	〃	0.3	55	1.30	(b)	20	3	(b)	0.175	19.23	43.33	0.231	2.20 3.40
30	25	154	1/150	堆積	〃	0.2	120	1.30	(b)	15	2	(b)	0.262	19.23	65.00	0.154	4.80 6.16
31	25	78	1/150	洗掘	〃	0.3	55	1.30	(b)	20	3	(b)	0.175	19.23	43.33	0.231	2.20 3.12
32	25	60	1/150	堆積	〃	0.3	55	1.30	(b)	15	2	(b)	0.262	19.23	65.00	0.231	2.20 2.40
33	25	120	1/150	洗掘	〃	0.4	110	1.30	(b)	20	3	(b)	0.175	19.23	43.33	0.308	4.40 4.80
34	26	100	1/150	堆積	〃	0.5	90	1.30	(b)	20	3	(b)	0.175	20.00	43.33	0.385	3.46 3.85

[illegible]

河川名	安 比 川
-----	-------

- 61 -

- 62 -

- 63 -

河川名	草木川
-----	-----

- 64 -

[illegible]

[illegible]

[illegible]

河川名		粕 田 川															
区 間 番 号	河 幅 B (m)	区 間 長 (m)	河 床 勾 配	洗 掘 堆 積	砂 堆 の 有 無	砂礫堆形状		筑 功 後 最 大 水 位		粒 径			無次元 掃流力 τ_*	B/Hm	Hm/dm	Hs/Hm	$\frac{\ell_s}{B}$ $\frac{B}{L}$ B
						高さ Hs (m)	長さ ℓ_s (m)	水位 Hm (m)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法					
1	11.5	80	1/120	洗掘	×			1.2	(b)	14	5	(b)	0.121	9.58	24.00	0	
2	"	"	"	"	×			"	"	"	"	"	0.121	9.58	24.00	0	
5	"	70	"	"	×			1.4	"	"	"	"	0.141	8.21	28.00	0	
7	11.5	80	"	"	×			1.3	"	12	"	"	0.131	8.85	26.00	0	
8	"	40	1/140	"	×			"	"	"	4	"	0.141	8.85	32.50	0	
9	"	"	"	"	×			1.2	"	"	4	"	0.130	9.58	30.00	0	
10	11.5	80	"	"	×			"	"	"	5	"	0.104	9.58	24.00	0	
11	"	"	"	"	×			"	"	13	5	"	0.104	9.58	24.00	0	
12	"	"	"	"	×			1.3	"	"	5	"	0.113	8.85	26.00	0	
13	"	"	"	平衡	×			"	"	"	4	"	0.141	8.85	32.50	0	
14	"	"	"	"	×			1.4	"	"	"	"	0.152	8.21	35.00	0	
15	"	70	"	"	×			1.4	"	"	"	"	0.152	8.21	35.00	0	
16	"	40	"	堆積	○単列	0.3	20	"	"	"	"	"	0.152	8.21	35.00	0.214	1.74 3.48
17	14.0	90	1/160	"	"	0.5	60	1.2	"	"	"	"	0.114	11.67	30.00	0.417	4.29 6.43
18	"	"	"	"	"	0.4	50	"	"	"	"	"	0.114	11.67	30.00	0.333	3.57 6.43
19	"	120	"	"	"	0.4	80	"	"	12	"	"	0.114	11.67	30.00	0.333	5.71 8.57
20	16.0	100	"	"	"	0.4	70	"	"	"	"	"	0.114	13.33	30.00	0.333	4.38 6.25
21	"	"	"	平衡	×				"	"	"	"					
22	"	"	"	堆積	○単列	0.5	65	1.2	"	"	3	"	0.152	13.33	40.00	0.417	4.06 6.25
23	"	"	"	"	"	0.5	50	1.3	"	"	"	"	0.164	12.31	43.33	0.385	3.13 6.25
24	19.0	100	"	"	"	0.6	85	"	"	"	"	"	0.164	14.62	43.33	0.462	4.47 5.26
27	"	"	"	"					"								
28	"	130	"	"	○単列	0.5	95	1.3	"	12	3	(b)	0.164	14.62	43.33	0.385	5.00 6.84
29	"	100	"	"	"	0.5	80	"	"	"	"	"	0.164	14.62	43.33	0.385	4.21 5.26
30	"	"	"	"	"	0.4	75	"	"	10	4	"	0.123	14.62	32.50	0.308	3.95 5.26
31	19.0	120	1/180	"	"	0.5	90	"	"	"	4	"	0.109	14.62	32.50	0.385	4.74 6.32
32	"	170	"	"	"	0.6	120	"	"	"	3	"	0.146	14.62	43.33	0.462	6.32 8.95
33	"	100	"	"	"	0.5	50	"	"	"	"	"	0.146	14.62	43.33	0.385	2.63 5.26
34	"	120	"	"	"	0.4	60	"	"	"	"	"	0.146	14.62	43.33	0.308	3.16 6.32
35	"	140	"	"	"	0.5	120	"	"	9	"	"	0.146	14.62	43.33	0.385	6.32 7.37
36	"	130	"	"	"	0.4	100	"	"	"	"	"	0.146	14.62	43.33	0.308	5.26 6.84
37	4.0	70	"	"	"	0.2	30	"	"	13	4	"	0.109	3.08	32.50	0.154	7.50 17.50

河川名	外ノ目川
-----	------

- 69 -

[illegible]

都道府県名 栃 木 県

河川名		逆		川		洗掘 堆積	砂堆 の有無	砂礫堆形状		竣工後 最大水位		粒 径			無次元 掃流力 τ_*	B/Hm	Hny/dm	Hs/Hm	$\frac{\ell_s}{B}$ $\frac{L}{B}$
区間 番号	河幅 B (m)	区間 長 (m)	河床 勾配					高さ Hs (m)	長さ ℓ_s (m)	水位 Hm (m)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法					
1	8.0	40.0	1/80	堆積	○単列			0.50	30.0	0.7 (18)	(b)	50	6	(b)	0.088	11.43	11.67	0.714	3.75 5.00
2	12.0	100.0	1/80	"	"			0.80	40.0	0.7	(b)	50	6	(b)	0.088	17.14	11.67	1.143	3.33 8.33
3	8.0	80.0	1/80	"	"			0.50	60.0	0.7	(b)	50	6	(b)	0.088	11.43	11.67	0.714	7.50 10.00
4	8.0	70.0	1/70	平衡	中間														
5	8.0	70.0	1/70	堆積	○単列			0.60	35.0	0.7	(b)	50	6	(b)	0.101	11.43	11.67	0.857	4.38 8.75
7	8.0	60.0	1/70	"	"			0.50	60.0	0.8	(b)	30	6	(b)	0.115	10.00	13.33	0.625	7.50 7.50
9	8.0	60.0	1/70	"	"			0.40	40.0	0.8	(b)	40	6	(b)	0.115	10.00	13.33	0.500	5.00 7.50
10	8.0	60.0	1/70	"	"			0.50	40.0	0.8	(b)	50	6	(b)	0.115	10.00	13.33	0.625	5.00 7.50
11	8.0	120.0	1/70	"	"			0.60	100.0	0.8	(b)	50	6	(b)	0.115	10.00	13.33	0.75	12.50 15.00
12	8.0	60.0	1/70	"	"			0.90	60.0	0.8	(b)	40	6	(b)	0.115	10.00	13.33	1.125	7.50 7.50
16	8.0	80.0	1/80	"	"			0.90	40.8	0.8	(b)	50	6	(b)	0.101	10.00	13.33	1.125	5.10 10.00
17	8.0	70.0	1/80	"	"			1.20	40.0	0.8	(b)	60	8	(b)	0.076	10.00	10.00	1.500	5.00 8.75
18	8.0	89.0	1/80	"	"			1.20	89.0	0.8	(b)	40	6	(b)	0.101	10.00	13.33	1.500	11.13 11.13
19	8.0	80.0	1/80	"	"			1.30	80.0	0.8	(b)	50	6	(b)	0.101	10.00	13.33	1.625	10.00 10.00
22	8.0	120.0	1/80	"	"			0.90	120.0	0.8	(b)	40	7	(b)	0.087	10.00	11.43	1.125	15.00 15.00
23	8.0	80.0	1/80	"	"			0.80	80.0	0.8	(b)	30	6	(b)	0.101	10.00	13.33	1.000	10.00 10.00
24	8.0	80.0	1/80	"	"			0.80	80.0	0.8	(b)	40	4	(b)	0.152	10.00	20.00	1.000	10.00 10.00
25	8.0	80.0	1/80	"	"			0.90	80.0	0.8	(b)	40	6	(b)	0.101	10.00	13.33	1.125	10.00 10.00
26	8.0	80.0	1/80	"	"			0.70	80.0	0.8	(b)	40	6	(b)	0.101	10.00	13.33	0.875	10.00 10.00
27	8.0	100.0	1/80	"	"			0.80	100.0	0.8	(b)	40	6	(b)	0.101	10.00	13.33	1.000	12.50 12.50
29	8.0	100.0	1/80	"	"			0.80	80.0	1.0 (28)	(b)	40	6	(b)	0.126	8.00	16.67	0.800	10.00 12.50
30	8.0	100.0	1/80	"	"			0.80	100.0	1.0	(b)	40	6	(b)	0.126	8.00	16.67	0.800	12.50 12.50
32	8.0	80.0	1/80	"	"			0.80	80.0	1.0	(b)	40	6	(b)	0.126	10.00	16.67	0.800	10.00 10.00
33	8.0	80.0	1/80	"	"			0.80	80.0	1.2 (33)	(b)	40	6	(b)	0.152	6.67	20.00	0.667	10.00 10.00
34	8.0	80.0	1/80	"	"			0.80	80.0	1.2	(b)	60	6	(b)	0.152	6.67	20.00	0.667	10.00 10.00
35	8.0	20.0	1/80	洗掘	中間					1.2	(b)	60	6	(b)	0.152	6.67	20.00		

都道府県名 栃 木 県

河川名		前		川																			
区間 番号	河幅 B (m)	区間 長 (m)	河床 勾配	洗掘 堆積	砂堆 の有無	砂礫堆形状		竣工 最大 水位	後 水 位	粒 径			無次元 掃流力 τ*	B/Hm	Hm/dm	Hs/Hm					$\frac{\rho_s}{\rho} \frac{B}{L}$ $\frac{B}{L}$		
						高さ Hs (m)	長さ ls (m)	水位 Hm (m)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法											
1	3.3	48.0	1/25	堆積	○単列	0.2	10.0	0.8	(b)	25	6	(b)	0.323	4.13	13.33	0.25					3.03 14.55		
2	3.3	80.0	1/25	平衡	×			0.8	(b)	25	6	(b)	0.323	4.13	13.33								
3	4.5	60.0	1/40	"	×			0.8	(b)	25	6	(b)	0.202	5.63	13.33								
4	4.5	40.0	1/60	"	×			1.0	(b)	25	6	(b)	0.168	4.50	16.67								
5	4.5	40.0	1/60	"	×			1.0	(b)	25	6	(b)	0.168	4.50	16.67								
6	4.8	80.0	1/70	堆積	○単列	0.1	10.0	1.0	(b)	25	6	(b)	0.144	4.80	16.67	0.10					2.08 16.67		
7	4.8	80.0	1/70	"	"	0.1	5.0	1.0	(b)	25	6	(b)	0.144	4.80	16.67	0.10					1.04 16.67		
8	4.8	60.0	1/70	"	"	0.1	5.0	1.0	(b)	25	6	(b)	0.144	4.80	16.67	0.10					1.04 12.50		
9	4.8	50.0	1/70	"	"	0.1	5.0	1.0	(b)	25	6	(b)	0.144	4.80	16.67	0.10					1.04 10.42		
10	4.8	70.0	1/70	"	"	0.2	5.0	1.0	(b)	25	6	(b)	0.144	4.80	16.67	0.20					1.04 14.58		
11	4.8	80.0	1/70	"	"	0.2	10.0	1.0	(b)	25	6	(b)	0.144	4.80	16.67	0.20					2.08 16.67		
12	5.3	80.0	1/70	"	"	0.2	10.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.289	5.30	33.33	0.20					1.89 11.32		
14	5.3	60.0	1/70	"	"	0.2	30.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.289	5.30	33.33	0.20					5.66 11.32		
15	5.3	60.0	1/70	"	"	0.2	5.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.289	5.30	33.33	0.20					0.94 11.32		
16	5.3	80.0	1/70	平衡	×			1.0	(b)	18	3	(b)	0.289	5.30	33.33								
17	5.3	80.0	1/70	"	×			1.0	(b)	18	3	(b)	0.289	5.30	33.33								
18	5.3	80.0	1/70	"	×			1.0	(b)	18	3	(b)	0.289	5.30	33.33								
19	5.8	80.0	1/85	堆積	○単列	0.2	10.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.238	5.80	33.33	0.20					1.72 13.79		
21	5.8	80.0	1/85	"	"	0.2	10.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.238	5.80	33.33	0.20					1.72 13.79		
22	6.3	100.0	1/100	"	"	0.2	10.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.202	6.30	33.33	0.20					1.59 15.87		
23	6.3	100.0	1/100	"	"	0.2	10.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.202	6.30	33.33	0.20					1.59 15.87		
24	6.3	150.0	1/100	"	"	0.2	10.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.202	6.30	33.33	0.20					1.59 23.81		
25	6.3	120.0	1/100	"	"	0.2	10.0	1.0	(b)	18	3	(b)	0.202	6.30	33.33	0.20					1.59 19.05		
26	6.3	110.0	1/100	平衡	×			1.0	(b)	18	3	(b)	0.202	6.30	33.33								
27	6.3	60.0	1/100	"	×			1.0	(b)	18	3	(b)	0.202	6.30	33.33								

河川名	曾 沢
-----	-----

- 74 -

河川名	篠葉沢
-----	-----

— 75 —

[illegible]

都道府県名 千葉県

[illegible]

河川名	寺 沢 川
-----	-------

- 78 -

[illegible]

都道府県名 山 梨 県

河川名		御 勅 使 川																
区間 番号	河 幅 B (m)	区 間 長 (m)	河 床 勾 配	洗 掘 堆 積	砂 堆 の 有 無	砂礫堆形状		竣 功 後 最 大 水 位		粒 径			無次元 掃流力 τ*	B/Hm	Hm/dm	Hs/Hm	ℓs B L B	
						高さ Hs (m)	長さ ℓs (m)	水位 Hm (m)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法						
1	160.0	102.2	1/54	堆積	単列 砂礫堆	0.5	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	160.00	25.00	0.500	0.64 0.64	
2	140.0	102.2	1/54	"	"	0.5	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	140.00	25.00	0.500	0.73 0.73	
3	140.0	102.2	1/54	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	140.00	25.00	0.300	0.73 0.73	
4	140.0	102.2	1/54	"	"	0.5	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	140.00	25.00	0.500	0.73 0.73	
5	140.0	102.2	1/54	"	"	0.5	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	140.00	25.00	0.500	0.73 0.73	
9	160.0	102.2	1/54	"	"	1.0	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	160.00	25.00	1.000	0.64 0.64	
10	115.0	102.2	1/54	"	"	1.0	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	115.00	25.00	1.000	0.89 0.89	
11	138.0	102.2	1/54	"	"	1.0	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	138.00	25.00	1.000	0.74 0.74	
12	137.0	102.2	1/54	"	"	0.5	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.281	137.00	25.00	0.500	0.75 0.75	
13	137.0	102.2	1/50	"	"	0.5	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	137.00	25.00	0.500	0.75 0.75	
14	143.0	102.2	1/50	"	網状	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	143.00	25.00	0.300	0.71 0.71	
15	85.0	102.2	1/50	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	85.00	25.00	0.300	1.20 1.20	
16	108.0	102.2	1/50	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	108.00	25.00	0.300	0.95 0.95	
17	136.0	102.2	1/50	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	136.00	25.00	0.300	0.75 0.75	
18	137.0	102.2	1/50	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	137.00	25.00	0.300	0.75 0.75	
19	124.0	102.2	1/50	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	124.00	25.00	0.300	0.82 0.82	
20	125.0	102.2	1/50	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	125.00	25.00	0.300	0.82 0.82	
21	117.0	95.0	1/50	"	"	0.3	95.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	117.00	25.00	0.300	0.81 0.81	
22	118.0	95.0	1/50	"	"	0.3	95.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	118.00	25.00	0.300	0.81 0.81	
23	123.0	95.0	1/50	"	"	0.5	95.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	123.00	25.00	0.500	0.77 0.77	
24	123.0	114.0	1/50	"	"	0.3	114.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	123.00	25.00	0.300	0.93 0.93	
25	145.0	102.2	1/50	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	145.00	25.00	0.300	0.70 0.70	
26	144.0	102.2	1/50	"	"	0.3	102.2	1.0	(b)	50	4	(b)	0.303	144.00	25.00	0.300	0.71 0.71	
27	181.0	80.0	1/32	"	"	0.3	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	181.00	25.00	0.300	0.44 0.44	
28	263.0	90.0	1/32	"	"	0.3	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	263.00	25.00	0.300	0.30 0.34	
29	199.0	80.0	1/32	"	"	0.3	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	199.00	25.00	0.300	0.40 0.40	
30	203.0	80.0	1/32	"	"	0.3	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	203.00	25.00	0.300	0.39 0.39	
31	188.0	80.0	1/32	"	"	0.3	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	188.00	25.00	0.300	0.43 0.43	
32	203.0	80.0	1/32	"	"	0.5	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	203.00	25.00	0.500	0.39 0.39	
33	172.0	80.0	1/32	"	単列 砂礫堆	0.5	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	172.00	25.00	0.500	0.47 0.47	
34	136.0	80.0	1/32	"	"	0.5	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	136.00	25.00	0.500	0.59 0.59	
35	174.0	80.0	1/32	"	"	0.5	80.0	1.0	(b)	50	4	(b)	0.473	174.00	25.00	0.500	0.46 0.46	

河川名	二 宮 川
-----	-------

- 81 -

- 82 -

河川名	大 瀬 谷 川
-----	---------

— 83 —

[illegible]

- 86 -

都道府県名 岐 阜 県

[illegible]

[illegible]

河川名	菅 沢 谷
-----	-------

- 89 -

都道府県名 福 井 県

河川名				赤谷川													
区 間 番 号	河 幅 B (m)	区 間 長 (m)	河 床 勾 配	洗 掘 堆 積	砂 堆 の 有 無	砂礫堆形状		竣 功 後 最 大 水 位		粒 径			無次元 掃流力 τ_*	B/Hm	Hm/dm	Hs/Hm	$\frac{\ell_s}{B}$ $\frac{B}{L}$ $\frac{L}{B}$
						高さ Hs (m)	長さ ℓ_s (m)	水位 Hm (m)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法					
1	11.0	50.0	1/100	堆積	○単列	0.3	50	1.6	(b)	10	5	(b)	0.194	6.88	32.00	0.188	4.55 4.55
2	11.0	40.0	1/100	堆積	○ "	0.2	40	1.6	(b)	10	5	(b)	0.194	6.88	32.00	0.125	3.64 3.64
3	11.0	40.0	1/90	堆積	○ "	0.3	40	1.6	(b)	10	5	(b)	0.215	6.88	32.00	0.188	3.64 3.64
4	11.0	50.0	1/90	堆積	○ "	0.8	50	1.6	(b)	10	5	(b)	0.215	6.88	32.00	0.500	4.55 4.55
5	10.0	45.0	1/80	平衡	○ "	0.	45	1.5	(b)	10	5	(b)	0.227	6.67	30.00	0	4.50 4.50
6	10.0	45.0	1/80	堆積	○ "	0.2	45	1.5	(b)	10	5	(b)	0.227	6.67	30.00	0.133	4.50 4.50
7	10.0	45.0	1/70	堆積	○ "	0.2	45	1.5	(b)	10	5	(b)	0.260	6.67	30.00	0.133	4.50 4.50
8	10.0	45.0	1/70	堆積	○ "	0.4	45	1.5	(b)	10	5	(b)	0.260	6.67	30.00	0.267	4.50 4.50
9	9.0	45.0	1/60	平衡	○ "	0.	45	1.5	(b)	10	5	(b)	0.303	6.00	30.00	0	5.00 5.00
10	9.0	45.0	1/60	堆積	○ "	0.4	45	1.5	(b)	10	5	(b)	0.303	6.00	30.00	0.267	5.00 5.00
11	9.0	45.0	1/60	堆積	○ "	0.3	45	1.5	(b)	10	5	(b)	0.303	6.00	30.00	0.200	5.00 5.00
12	9.0	64.0	1/60	堆積	○ "	0.3	64	1.5	(b)	10	5	(b)	0.303	6.00	30.00	0.200	7.11 7.11
13	9.0	87.5	1/50	洗掘	○ "	0.5	60	1.5	(b)	15	8	(b)	0.227	6.00	18.75	0.333	6.67 9.72
14	9.0	60.0	1/50	洗掘	○ "	0.6	60	1.5	(b)	15	8	(b)	0.227	6.00	18.75	0.400	6.67 6.67
15	9.0	60.0	1/50	洗掘	○ "	0.3	60	1.5	(b)	15	8	(b)	0.227	6.00	18.75	0.200	6.67 6.67
16	9.0	60.0	1/50	洗掘	○ "	0.5	60	1.5	(b)	20	10	(b)	0.182	6.00	15.00	0.333	6.67 6.67
17	9.0	60.0	1/50	洗掘 堆積	○ "	0.6 0.4	30 30	1.5 1	(b)	20	10	(b)	0.182 0.121	6.00 9.00	15.00 10.00	0.400 0.400	3.33 3.33 6.67
18	9.0	60.0	1/50	堆積	○ "	0.4	60	1.5	(b)	20	10	(b)	0.182	6.00	15.00	0.267	6.67 6.67
19	9.0	60.0	1/50	堆積	○ "	0.4	60	1.5	(b)	20	10	(b)	0.182	6.00	15.00	0.267	6.67 6.67
20	9.0	60.0	1/50	堆積	○ "	0.4	60	1.5	(b)	20	10	(b)	0.182	6.00	15.00	0.267	6.67 6.67
21	9.0	60.0	1/50	堆積	○ "	0.4	60	1.5	(b)	20	10	(b)	0.182	6.00	15.00	0.267	6.67 6.67
22	9.0	60.0	1/50	洗掘 堆積	○ "	0.4 0.5	30 30	1.5	(b)	20	10	(b)	0.182	6.00	15.00	0.267 0.333	3.33 3.33 6.67
23	9.0	30.0	1/50	堆積	○ "	0.2	30	1.5	(b)	20	10	(b)	0.182	6.00	15.00	0.133	3.33 3.33
24	9.0	90.0	1/50	堆積	○ "	0.3	85	1.5	(b)	15	8	(b)	0.227	6.00	18.75	0.200	9.44 10.00
25	9.0	30.0	1/50	平衡	×	0	45	1.5	(b)	15	8	(b)	0.227	6.00	18.75	0	5.00 3.33

[illegible]

- 92 -

- 93 -

— 94 —

河川名	葛谷川
-----	-----

- 95 -

[illegible]

河川名	精進川
-----	-----

- 97 -

河川名	菊川
-----	----

- 98 -

[illegible]

河川名	西谷川
-----	-----

— 100 —

- 101 -

[illegible]

[illegible]

[illegible]

河川名	江 迎 川
-----	-------

- 105 -

都道府県名 佐賀県

河川名		伊岐佐谷川															
区 間 番 号	河 幅 B (m)	区 間 長 (m)	河 床 勾 配	洗 掘 堆 積	砂 堆 の 有 無	砂礫堆形状		竣 功 後 最 大 水 位		粒 径			無次元 掃流力 τ*	B/Hm	Hm/dm	Hs/Hm	ℓs B L B
						高さ Hs (m)	長さ ℓs (m)	水位 Hm (m)	調査 方法	最大 粒径 (cm)	平均 粒径 (cm)	調査 方法					
1	10	30	1/20	洗掘	○単列	0.1	20	1.0	(b)	120	50	(b)	—	10.00	—	0.100	2.00 3.00
2	10	30	1/20	"	○ "	0.1	20	1.0	(b)	150	50	(b)	—	10.00	—	0.100	2.00 3.00
3	10	20	1/20	"	○ "	0.1	10	1.0	(b)	100	40	(b)	—	10.00	—	0.100	1.00 2.00
4	10	50	1/20	"	○ "	0.1	30	1.0	(b)	130	40	(b)	—	10.00	—	0.100	3.00 5.00
5	10	50	1/20	"	○ "	0.2	20	1.0	(b)	100	30	(b)	—	10.00	—	0.200	2.00 5.00
6	10	55	1/20	"	○ "	0.3	30	1.0	(b)	100	30	(b)	—	10.00	—	0.300	3.00 5.50
7	12	40	1/20	"	○ "	0.2	30	1.0	(b)	100	30	(b)	—	12.00	—	0.200	2.50 3.33
8	12	30	1/20	"	○ "	0.2	20	1.0	(b)	80	30	(b)	—	12.00	—	0.200	1.67 2.50
9	12	30	1/20	"	○ "	0.1	20	1.0	(b)	80	30	(b)	—	12.00	—	0.100	1.67 2.50
10	12	30	1/20	"	○ "	0.1	20	1.0	(b)	80	30	(b)	—	12.00	—	0.100	1.67 2.50
11	12	35	1/20	"	○ "	0.1	20	1.0	(b)	70	30	(b)	—	12.00	—	0.100	1.67 2.92
12	12	35	1/20	"	○ "	0.1	30	1.0	(b)	70	30	(b)	—	12.00	—	0.100	2.50 2.92
13	12	30	1/20	"	○ "	0.1	30	1.0	(b)	70	30	(b)	—	12.00	—	0.100	2.50 2.50
14	12	30	1/20	"	○ "	0.1	20	1.2	(b)	60	30	(b)	—	10.00	—	0.083	1.67 2.50
15	12	80	1/25	"	○ "	0.2	70	1.2	(b)	80	30	(b)	—	10.00	—	0.167	5.83 6.67
16	12	10	1/28	"	○ "	0.2	10	1.2	(b)	60	30	(b)	—	10.00	—	0.167	0.83 0.83
17	12	20	1/28	"	○ "	0.2	10	1.2	(b)	70	30	(b)	—	10.00	—	0.167	0.83 1.67
18	12	40	1/28	"	○ "	0.3	30	1.2	(b)	60	30	(b)	—	10.00	—	0.250	2.50 3.33
19	12	40	1/28	"	○ "	0.2	40	1.2	(b)	80	30	(b)	—	10.00	—	0.167	3.33 3.33
20	12	40	1/28	"	○ "	0.1	40	1.2	(b)	80	30	(b)	—	10.00	—	0.083	3.33 3.33
21	12	40	1/28	"	○ "	0.1	40	1.3	(b)	80	30	(b)	—	9.23	—	0.077	3.33 3.33
22	12	40	1/30	"	○ "	0.1	30	1.3	(b)	60	30	(b)	—	9.23	—	0.077	2.50 3.33
23	12	40	1/30	"	○ "	0.1	30	1.3	(b)	60	30	(b)	—	9.23	—	0.077	2.50 3.33
24	12	45	1/30	"	○ "	0.1	30	1.3	(b)	50	30	(b)	—	9.23	—	0.077	2.50 3.75
25	12	35	1/30	"	○ "	0.1	20	1.5	(b)	50	30	(b)	—	8.00	—	0.067	1.67 2.92
26	12	30	1/30	"	○ "	0.2	30	1.5	(b)	60	30	(b)	—	8.00	—	0.133	2.50 2.50
27	12	20	1/30	"	○ "	0.2	20	1.5	(b)	60	30	(b)	—	8.00	—	0.133	1.67 1.67
28	12	40	1/40	"	○ "	0.2	30	1.5	(b)	60	30	(b)	—	8.00	—	0.133	2.50 3.33
29	12	30	1/40	"	○ "	0.2	20	1.5	(b)	60	30	(b)	—	8.00	—	0.133	1.67 2.50
30	12	30	1/40	"	○ "	0.3	30	1.5	(b)	60	30	(b)	—	8.00	—	0.200	2.50 2.50

[illegible]

[illegible]

河川名	鍛治屋川
-----	------

— 109 —

- 111 -

河川名	五 本 松 川
-----	---------

- 113 -

河川名	白木山川
-----	------

- 114 -

都道府県名 鹿 児 島 県

[illegible]

[illegible]

都道府県名 鹿 児 島 県

[illegible]

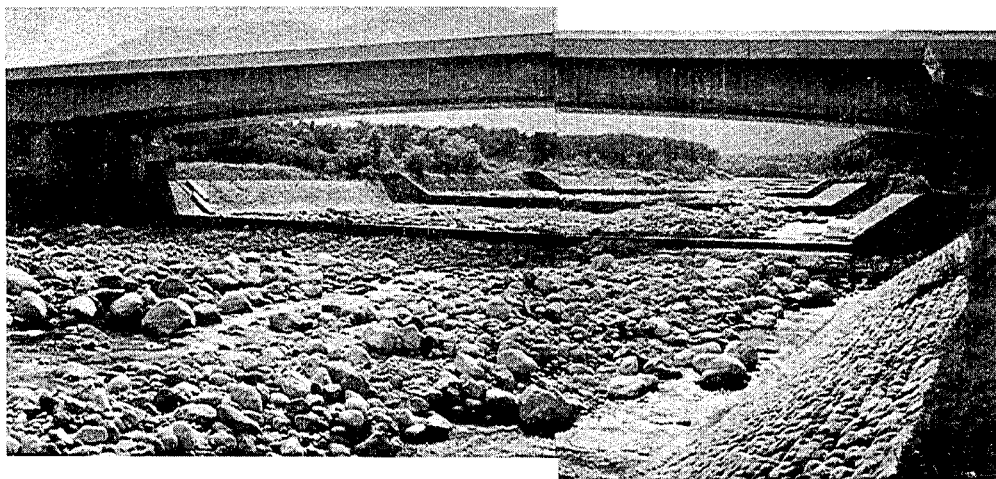
附録-2 調査写真集

地 域 名	河 川 名	流域の主な地質	河 床 形 態
関東地方建設局 日光砂防工事 事務所管内	大 谷 川		複列網状砂礫堆
中部地方建設局 天竜川上流工事 事務所管内	太 田 切 川		単列砂礫堆
北 海 道	於 札 内 川	新第三紀層	単列砂礫堆
秋 田 県	出 川	第三紀層	単列砂礫堆
山 形 県	大 樽 川	花 崗 岩 新第三紀中新世	単列砂礫堆
長 野 県	牛 伏 川	花崗セン緑岩	複列砂礫堆
千 葉 県	尾 沢 川	第三紀層，泥岩	平坦河床
山 梨 県	御 勅 使 川	花 崗 岩	網状砂礫堆
静 岡 県	麻 棧 川		単列砂礫堆
岐 阜 県	猪 の 谷	砂岩，粘板岩互層	平坦砂礫堆
奈 良 県	葉 師 堂 川	花 崗 岩	単列砂礫堆
佐 賀 県	伊 岐 佐 谷 川		単列砂礫堆
大 分 県	鍛 冶 屋 川		単列砂礫堆
鹿 児 島 県	山 浦 谷 (三面張り)		平坦河床

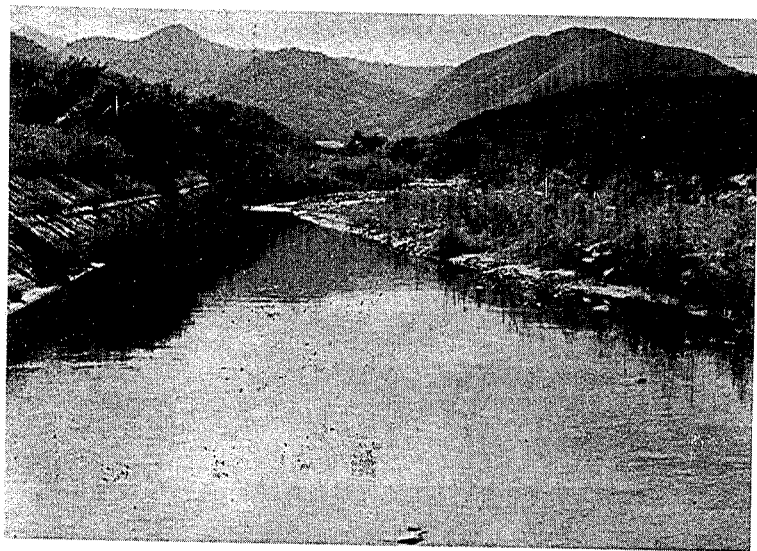
直線二次元水路	河床形態：単列砂礫堆
直線二次元水路	河床形態：平坦河床



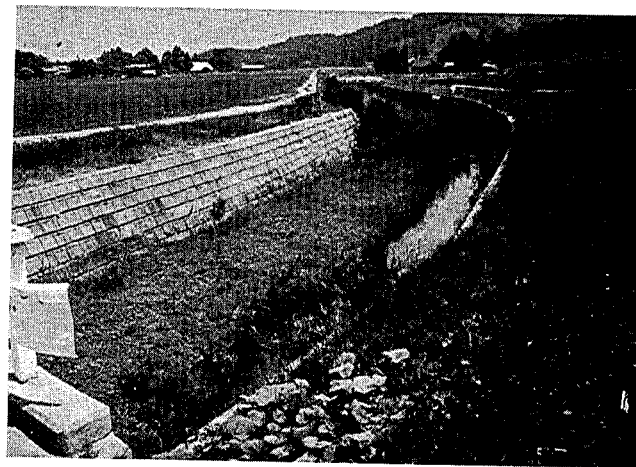
地 域 名：関東地方建設局
日光砂防工事事務所
管内
河 川 名：大 谷 川
河床形態：複列，網状砂礫堆



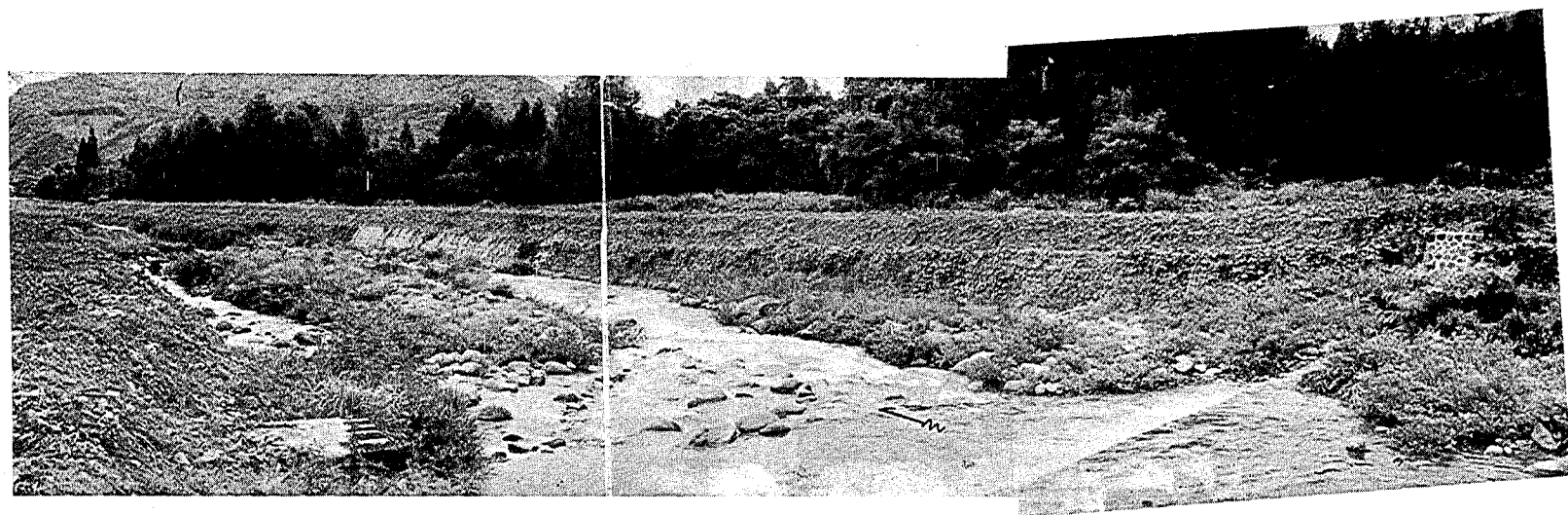
地 域 名：中部地方建設局
天竜川上流工事
事務所管内
河 川 名：太 田 切 川
河床形態：単列砂礫堆



地 域 名：北 海 道
河 川 名：於 札 内 川
流域の主な地質：
新第三紀層
河床形態：単列砂礫堆



地 域 名：秋 田 県
河 川 名：出 川
流域の主な地質：
第三紀層
河床形態：単列砂礫堆



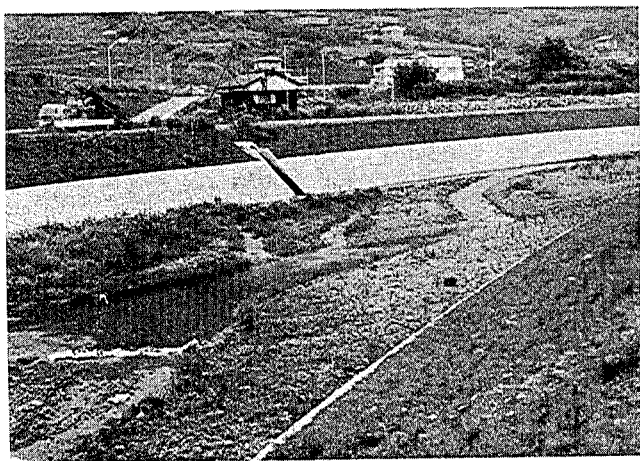
地 域 名：山 形 県

河 川 名：大 樽 川

流域の主な地質：

花崗岩，新第三紀中新世

河床形態：単列砂礫堆



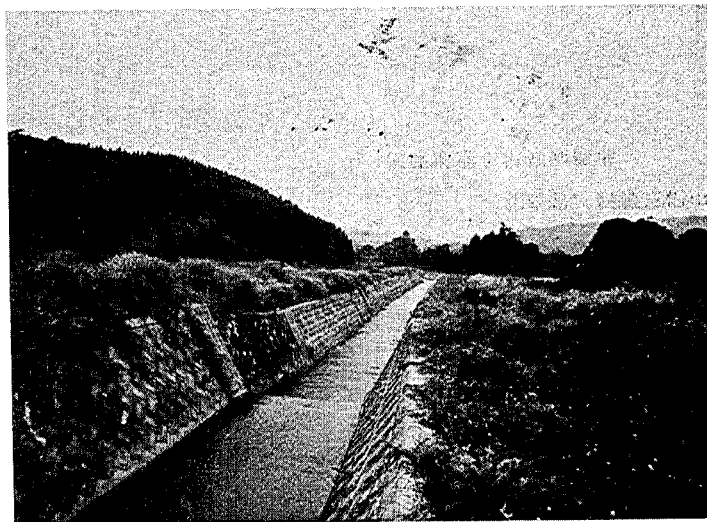
地域名：長野県

河川名：牛伏川

流域の主な地質：

花崗セシ緑岩

河床形態：複列砂礫堆



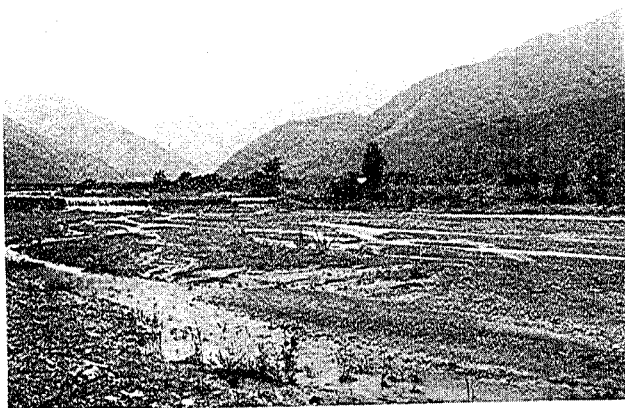
地域名：千葉県

河川名：尾沢川

流域の主な地質：

第三紀層 泥岩

河床形態：平坦河床



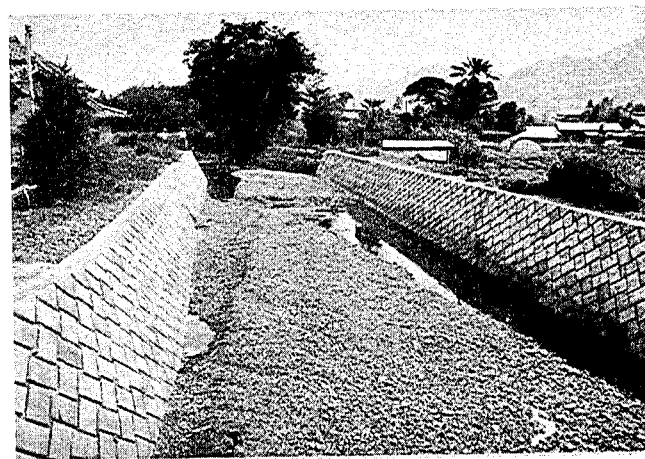
地域名：山梨県

河川名：御勅使川

流域の主な地質：

花崗岩

河床形態：網状砂礫堆

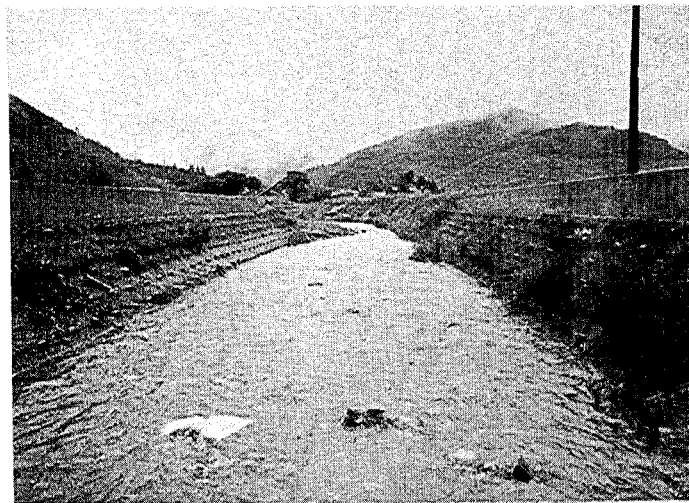


地域名：静岡県

河川名：麻枝川

流域の主な地質：

河床形態：単列砂礫堆



地 域 名：岐 阜 県

河 川 名：猪 の 谷

流域の主な地質：

砂岩，粘板岩互層

河床形態：平坦砂礫堆



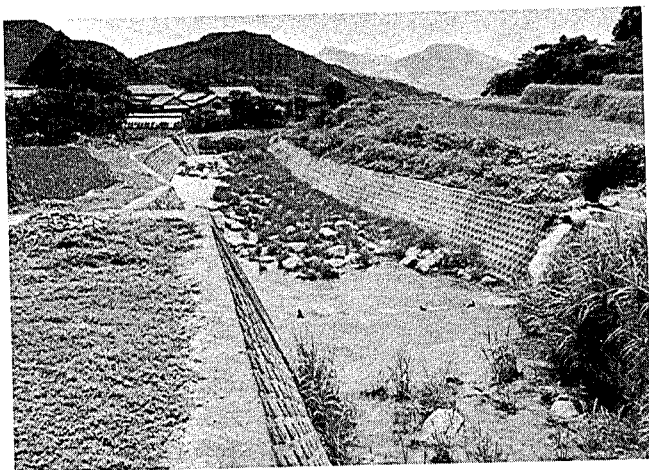
地 域 名：奈 良 県

河 川 名：薬師堂川

流域の主な地質：

花 崗 岩

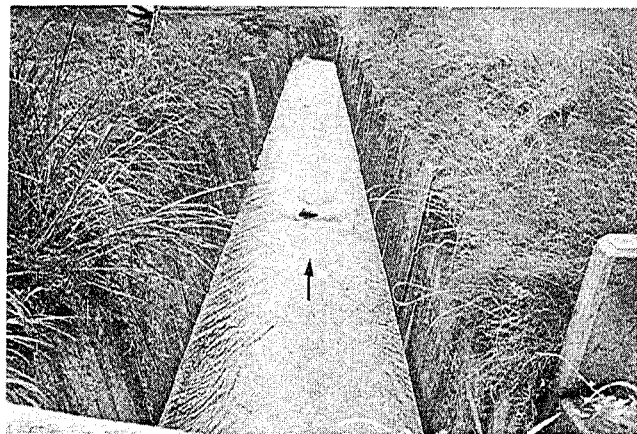
河床形態：単列砂礫堆



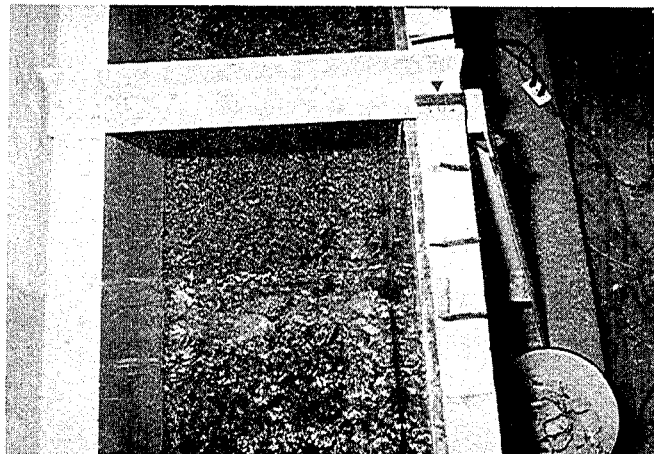
地 域 名：佐 賀 県
河 川 名：伊岐佐谷川
河床形態：単列砂礫堆



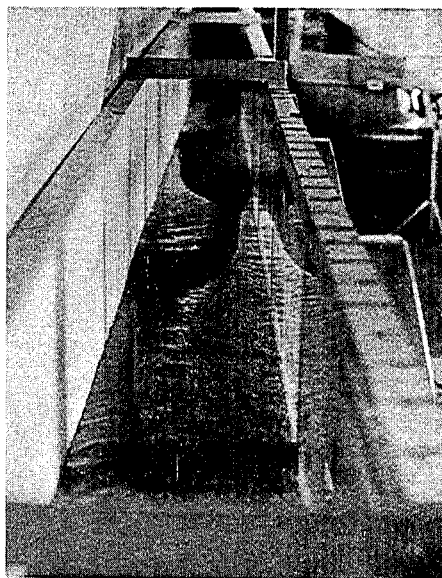
地 域 名：大 分 県
河 川 名：鍛治屋川
河床形態：単列砂礫堆



地域名：鹿児島県
河川名：山浦谷(三面張り)
河床形態：平坦河床



◆直線二次元水路(工作物設置)
河床形態：平坦河床



◆直線二次元水路
河床形態：単列砂礫堆