

III-8

河川形態と河床との関連性について

—— 筑後川を例として ——

九州大学工学部 正員 橋 東一郎

〇学生員 吉 岡 邦 明

学生員 和 佐 野 貞 利

1. 緒言

河岸の相互侵食に基づく河川蛇行部では、二次流のために弯曲外側に深掘れ、内側に堆積部を生ずることはよく知られている。木下は河川直線部に於ても砂礫堆が発生・形成されるために、洪水流は蛇行しながら流れることを河川観測および水理実験によって確かめている。

従って、河川の河床は、河幅・流量・流出土砂量ならびに底質条件に規定される、二次的な平均河床——河幅の変化に応じて平均勾配のまわりに鋸の歯のような凹凸に富みものであるが——の上に、横断的には①蛇行による束縛された深掘れ ②移動する砂礫堆による凹凸 ③その他各種の random 成分が存在する。従って、例えば横断的に深掘れ量やその位置などを眺めるとき、河床は上記諸要素が重なり合った複雑な性状を呈することになる。

本文は、筑後川の治水路を例として、河幅や蛇行などの河川形態とそれに応答する河床形態との関連性を実態的に究明することを試みたものである。

2. 筑後川の資料とその整理

河川資料としては、砂礫採取などによって人為的に荒されていないものである必要から、昭和30年筑後川工事事務所によって100m間隔に測定された平面図、横断面を用いた。調査の対象とした区間は、河口より20km～50kmの30kmの範囲である。

河川の蛇行状態を量的に表示するものとして、平面図に於ける治水路中心線の曲率半径 R から算出される曲率 $1/R$ を用いる。この符号については図-Iに示す。

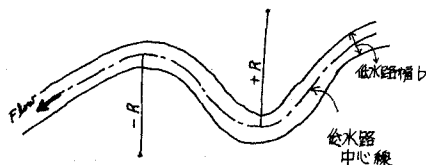


図-I 【平面図】

次に河床形態の表示については、横断面図から治水路幅 b と平均河床(治水路の)を求め平均河床からの最大深掘れ量 z_1 、最大堆積高 z_2 および治水路中心線からの各々の位置 b_1 、 b_2 を用いる。更に面岸より $0.1b$ だけ離れた $0.4b$ と $-0.4b$ に於る深掘れ又は堆積量を z_1 、 z_2 とする。これは図-IIに示す通りである。

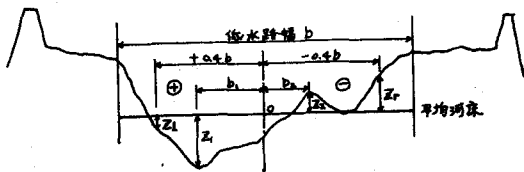
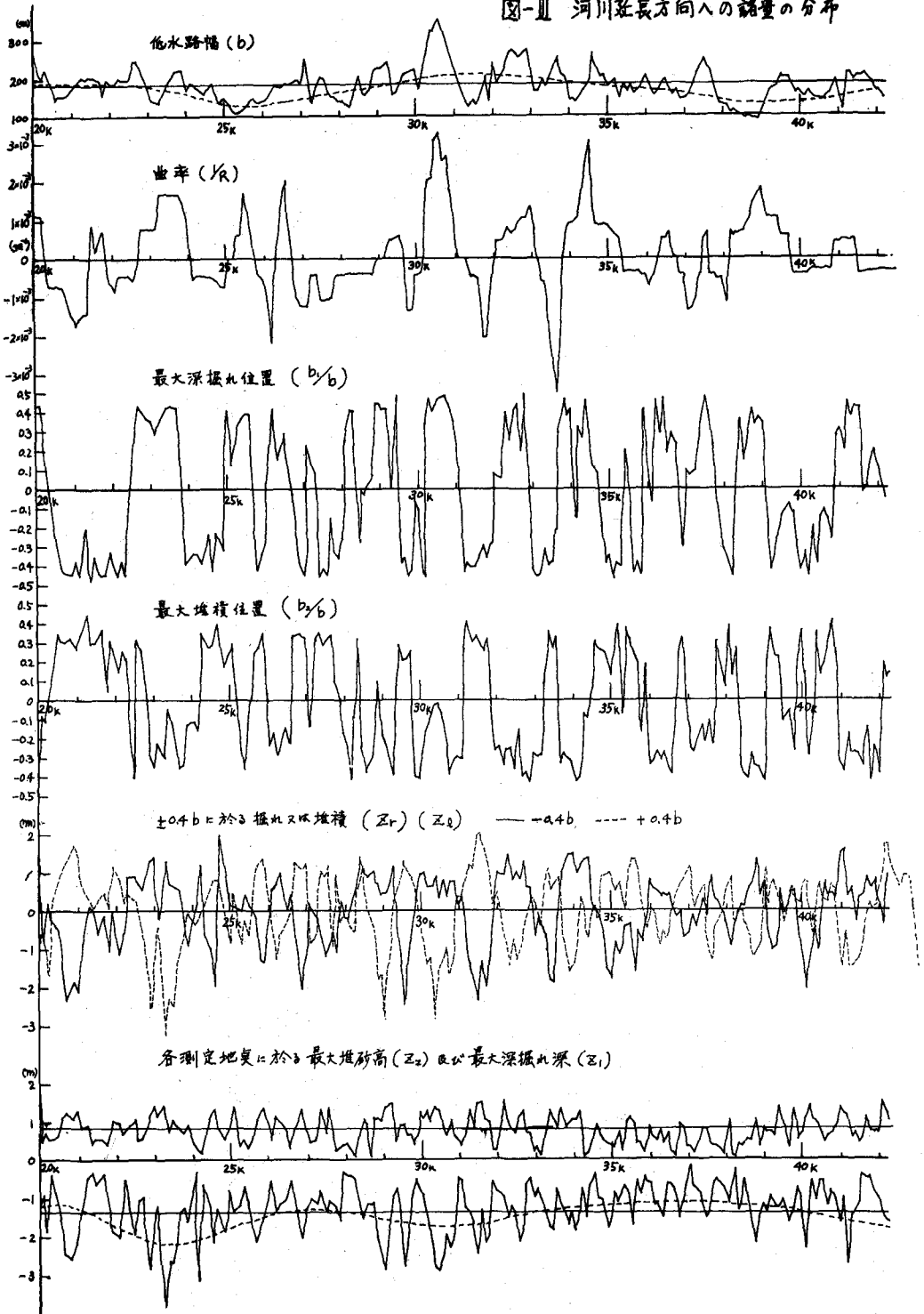


図-II 【横断面図】

これら筑後川治水路の河川形態及び河床を代表する諸量の分布を河川延長方向に整理したものが図-IIIである。尚、後の為察のための便宜上、この図-IIIの表から、zero up cross 法による諸量の平均波長と平均値を表-1にまとめた。

図-Ⅱ 河川延長方向への諸量の分布



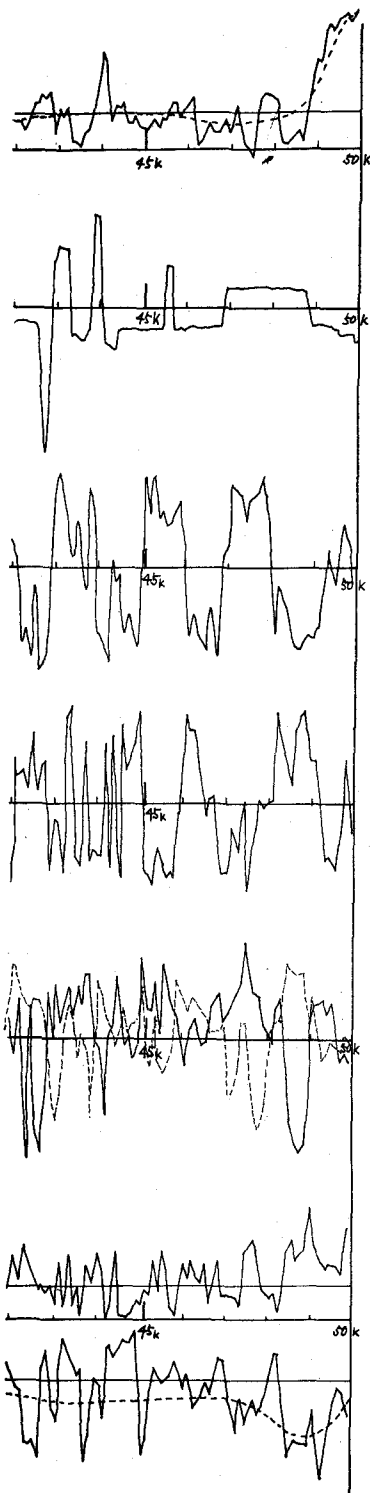


表-1								
	曲率	川幅	深掘れ位置	堆積位置	深掘れ量	堆積量	0.4bの深さ	-0.4bの深さ
	$1/R$	b	b/b	b/b	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
平均波長 [Km]	1.74	0.78	1.62	0.95	0.66	0.63	0.90	0.93
平均値		189 ^m			1.41 ^m	0.77 ^m		

3. 結果についての考察

図-Ⅱより、筑後川治水路の河川形態と河床についての概観的な性質と関連性について述べると次の様である。

(1) 治水路幅の平均波長は0.80 Kmであるが、治水路の波としては25.5 Km、39 Kmに極小値をもつ波長14.5 Kmの波から、高周波側ではsampling間隔の2倍・200 mの波長をかなり含む広い波数帯から構成されている。

図は省略したが、河幅の変化は平均河床高の変化を忠実に反映している。すなわち、平均河床高の平均勾配 (trend) のまわりに鋸の歯の様に変動している凸部及び凹部は、それぞれ河幅の山、谷 (拡大部、狭さく部) に対応している。

蛇行曲率；治水路では直線部が意外に少なく、小曲率の円弧の連続による蛇行型と曲率の大きいS字状の形態の蛇行型及び両者の中間型をまじえている。平均波長は治水路幅平均の約92倍、全河幅平均の47倍である。

(2) 上述の河川形態に於ける河床は、蛇行による変動とおそらく砂礫堆の存在によるものと思われる波長500 m程度 (治水路幅の約25倍) の波、及び更に高周波の波が重なり合っているものである。蛇行 (曲率) との関連性は深掘れの位置 b/b が最も良く、0.4b および -0.4b における深さ Z_1 、 Z_2 、堆積位置 b/b がこれに次ぎ、深掘れとの相関は最も小さい。すなわち、正負の曲率の peak はそれぞれ $b/b = 0.4$ 、 -0.4 に対応し、いずれも殆んど例外なしに弯曲外側の岸近くに深掘れ位置が存在していて、曲率と深掘れの位置との応答は明瞭である。

(3) 0.4b および -0.4b における深さ Z_1 、 Z_2 の分布は、高周波の random 成分で乱されてはいるが曲率との間にかんがりの関係が認められる。又この分布の上に波長500 m程度の波がのっており、砂礫堆との関連があるように思える。

これらの平均波長はほぼ90 m値を相若しく、かつ逆相関の分布をしており兩岸に交互に深掘れが存在しているのがわかる。

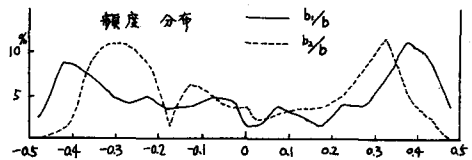
(4) 深掘れ量については、曲率の正負両 peak 位置(半波長)ごとにかんがりの深掘れ量を予想していたのであるが、両者の間には量的な関係は認められない。また蛇行半波長(平均 0.87 km)と砂礫堆の波長との差が少ないことも影響して位置の関連性も顕著ではない。

単断面の河川では曲率と深掘れ量との間には、かなりの相関が予想されるので、これらのことは筑後川の断面形が複断面であって、洪水時の流れは断面全体を直進する傾向を持ち低水路蛇行からはずれることや高水敷からの土砂の補給があることなどが考えられる。基本的には複断面河川弯曲部における二次流や河床変動について実験的に明らかにしておくことが必要である。

又、筑後川の例では深掘れ量は曲率よりもむしろ低水路幅の長波長成分に規定され、低水路幅の谷(極小値)にあたる 26 km, 39 km で深掘れは小さく、山にあたる 32 km, 45 km では深掘れが大きい傾向が認められる。これは、低水路幅の小さい所では水流の蛇行性が規制され横断的に河床は安定であるが、低水路幅が大きくなるにつれて水流の蛇行性が活発になり一方に深掘れ、他方に堆積が生ずることに起因すると思われる。低水路の安定のために妥当なその幅を水理学的に決めることは現状では未解決であるが、低水路幅と深掘れ量との関係はこの問題に對して重要であり、今後多くの河川について検討してゆく予定である。

(5) 河川断面図における深掘れ部、堆積部位置の頻度分布曲線及び両者の量の頻度分布曲線を図一五に示した。位置については両者とも河川中央部は一様分布に近いが、堆積位置は A_3 、 $-A_3$ 付近に、深掘れ位置は A_4 、 $-A_4$ 付近に集中する傾向がある。これらは低水路維持の上で注意すべきことであろう。

図一四



終りに、以上の考察を定量的に行うため、各量の自己相関係数、power spectrum 及び各量間の相互相関係数及びスペクトルを計算している。結果については講演時に述べたい。

