

II-254 砂州発生条件下における水制を含む河床変動について

北海道開発局 正員 崇田徳彦
正員 清水康行

1 はじめに

北海道の水制設置計画は急流河川の河道維持に用いられる場合が多く、このような急流河川の河床形態の多くは砂州発生を伴う中規模河床形態である。このため水制設置の検討を行う際、砂州の影響を考慮することは水制の安定維持や水制の配置のために非常に重要であるが、砂州移動と水制周辺に発生する土砂堆積の関係は非常に現象が複雑であり、未解明であると言っても過言でない。

本研究は、砂州移動に伴う水制前域の局所洗掘及び水制を伴う砂州の特性（移動、波長、波高）を把握する。

2 実験

実験条件は流量 $=0.005\text{m}^3/\text{s}$ 、水路延長 $=30\text{m}$ 、水路幅 $(B)=0.6\text{m}$ 、下流端水位 $(h)=0.02\text{m}$ 、河床勾配 $(I)=1/175$ 、河床材料（珪砂） $(d)=0.1\text{cm}$ 、水制長 $=0.1\text{m}$ 、水制幅 $=0.2\text{m}$ であり、実験水理諸条件は無次元掃流力 $(\tau_*)=0.07$ 、無次元限界掃流力 $(\tau_{*c})=0.034$ 、摩擦速度 $(u_*)=3.3$ 、粒子 Reynolds 数 $(Re_*)=33$ 、フルード数 $(Fr)=0.89$ 、流速係数 $(u/u_*)=11.8$ 、川幅水深比 $(B/h)=30$ 、 $BI^{0.2}/h=10.7$ 、である。この水理条件は黒木・岸による中規模河床形態の領域区分¹⁾によると単列砂州領域に位置する。

給砂量は、無水制の予備実験（通水時間 2 時間）をおこない $0.43(l/2\text{hr})$ とした。通水方法は平坦河床から通水を行い、砂州が水制を一波長移動した 1080 分後に通水を停止した（尚、砂州一個を一波長とする）。

3 実験結果

写真-1、-2、-3 は水制上流部の時間変化に伴う局所洗掘深を表しており、図-1、-2、-3 は写真-1、-2、-3 の通水時間に対応する砂州の位置を図化したものである。これによると通水 20 分後、局所洗掘深（初期洗掘深）は 7cm となり、その後 50 分まで洗掘の進行は見られず、ほぼ動的平衡状態に達していると考えられる（写真-1、図-1 参照）。さらに、水制対岸側の砂州の発達に伴い流向が水制側に向ったために、110 分後からさらに洗掘が始まり最大洗掘深は初期洗掘深より約 1.4 倍にも達した（写真-2、図-2 参照）。その後、砂州の移動に伴い水制設置側の砂州が水制を通過することで、水制前域は埋め戻され局所洗掘深は 3cm となった（写真-3、図-3 参照）。50 分までの初期洗掘深を水制によって生じたものであると仮定した場合、それ以降の洗掘深は砂州と水制の関係により生じたものと考えることができる。板倉²⁾は現地調査の結果から砂州河道におけるいくつかの水制工の例について実体の把握を行っている。その一つに対岸に砂州の存在が認められる水制において水流が水制側に集中したため一度堆積した土砂が再び洗掘されている水制（図-4）を確認しており、この現象と全く同様の働きによるものと考えられる。

次に、砂州（砂州 1、砂州 2、砂州 3）の特性に着目し検討を行う。図-5 は砂州 1、砂州 2 及び砂州 3 の移動速度を表し、図-6 は砂州波長を表し、砂州 1 の波長を波長 1 及び砂州 2 の波長を波長 2 とする。さらに図-7 は全ての砂州の平均波高を表している。図-5 の砂州移動によると右岸側に発達した砂州 2 の前縁部が水制前域に近づくと水制により砂州移動が遮られ、通水後 540 分から 840 分まで移動が停止した。840 分を過ぎると砂州移動が一気に進むが 900 分になると移動停止前の速度に落ちつく。この現象は上流部にある砂州 3 にも影響を与える結果となっており、砂州 2 が停止している時間は砂州 3 も移動速度が遅くなっている。図-6 の波長 2 によると砂州 2 が水制に近づいた際、砂州 2 の移動量が少なくなっているため極端に波長が短くなっており 900 分後からは砂州 2 の移動量の増大により波長が長くなっている。図-7 の砂州波高を見ると同一条件で行った無水制実験結果と同じ 7cm 程度であり、砂州波高に関して水制による影響は検挙に現れていない。

4 おわりに

砂州の移動によって水制前域の局所洗掘深は、4 割程度も増幅されることが確認された。また、水制前域部に砂州前縁部が近づくと極端に砂州の移動速度が遅くなり、水制上流域の砂州にも影響を与えることが確認された。今後は、単一水制だけでなく水制群と砂州の関係について検討を行っていく。



写-1 水制前域の局所洗掘（通水 50 分）

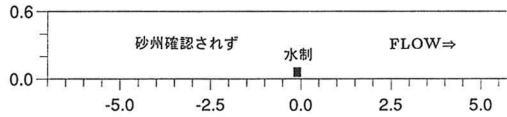


図-1 通水 50 分後の砂州の前縁部



写-2 水制前域の局所洗掘（通水 210 分）

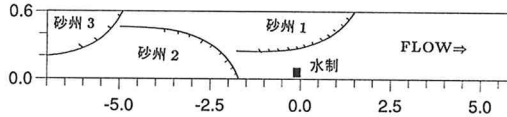
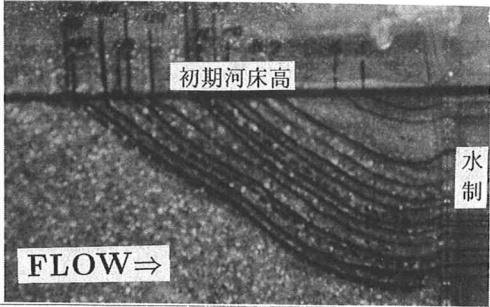


図-2 通水 210 分後の砂州の前縁部



写-3 水制前域の局所洗掘（通水 1080 分）

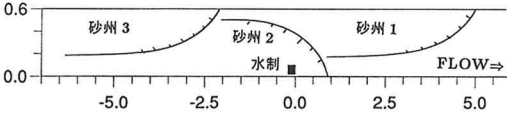


図-3 通水 1080 分後の砂州の前縁部

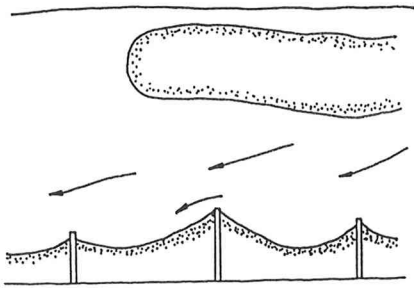


図-4 板倉らによる調査概念図

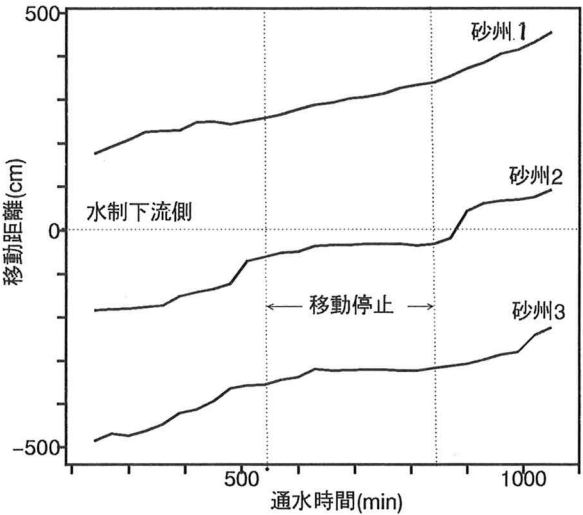


図-5 砂州移動

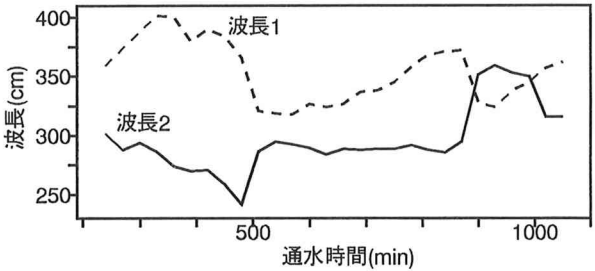


図-6 砂州波長

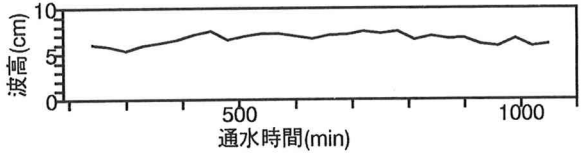


図-7 砂州波高

参考文献 1) 黒木幹男, 岸 力: 中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究, 土木学会論文報告, 第 342 号, pp.87 ~ 96, 1984 2) 板倉忠興, 黒木幹男, 森 明巨: 水制の機能と効果に関する研究, 北海道大学委託研究報告, 平成 2 年度 水域経営に関する基礎的研究 (研究代表 者:板倉忠興, 藤田睦博), pp.101 ~ 121, 1991