

高速流による高水敷侵食に関する水理実験

土木研究所 寒地土木研究所 ○岩崎 理樹・井上 卓也・矢部 浩規

1. はじめに

我が国における河道は一般に低水路と高水敷からなる複断面となっていることが多い。これは河床勾配が比較的急な急流河川においても当てはまるが、このような河川では、洪水時に発生する高速流によって、高水敷の侵食が問題となる場合がある。実際に、出水時に高頻度で高水敷上に高流速が発生する河川では、たびたび大きな高水敷侵食が引き起こされており、特に大規模な出水時には、高水敷の侵食が堤防近傍まで進行し、堤防の一部が流出するケースもある。このような高速流が発生する河川における堤防侵食を含めた河道の侵食対策を考える際には、高水敷が侵食される条件やメカニズムを調べる必要がある。本研究は、直線水路内に設置した簡易な低水路－高水敷からなる複断面水路において移動床実験を実施し、高速流によって高水敷が侵食されるメカニズムについて考察することで、今後の河道管理に資する知見を得ようとするものである。

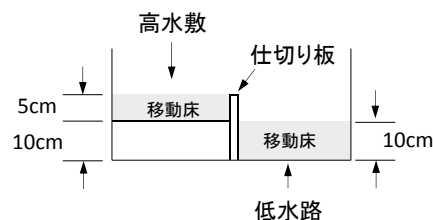


図-1 水路実験における横断面の模式図。

表-1 実験条件

		Case 1	Case 2
流量 m^3/s		28	35
勾配		0.0145	0.004
水深 cm	低水路	5.3	8
	高水敷	0.3	3
フルード数	低水路	1.45	0.81
	高水敷	0.9	0.69
シールズ数	低水路	0.33	0.14
	高水敷	0.019	0.051
三角波	低水路に発生		不明確

2. 実験条件

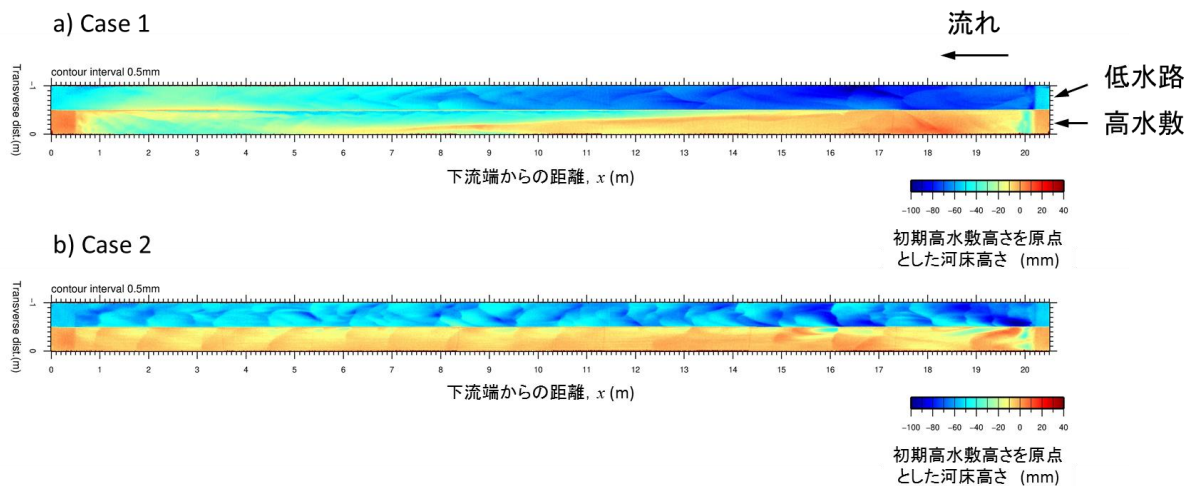
水理実験は、全長 25m、幅 1m の可傾斜水路において、図-1 のように水路の半分を仕切ることで、低水路片側のみを高水敷を持つ複断面を作成し実施した。低水路と高水敷は、中央粒径 1.42mm の均一砂を河床材料として用いて移動床を作成し、低水路の初期河床高さに対して高水敷の高さが 5cm となるように設定している。水理条件については、井上ら¹⁾により行われた高速流条件下において発生する三角波に関する水理条件を参考に、表-1 のように設定している。高水敷と低水路の水理量については、低水路と高水敷それぞれで等流条件を仮定した上で、連続式を満たすように計算を行うことで求めている。この方法により、実測された水深を概ね表現出来ることを確認している。流量は定常流量とし、低水路、高水敷ともに動的平衡となるような流砂量を上流より供給するよう試みたが、後述のように本実験では低水路と高水敷で等流条件を満足させるのが極めて難しく、動的平衡条件についても完全には満たされていないことに注意を要する。この条件のもと、1 時間の通水を行い、実験における流れ、水面波、河床変動の様子を観測するとともに、通水停止後に 3D スキャナーにより河床形状を測定し、河床変動と侵食について定量的に把握した。

3. 結果とまとめ

実験における高水敷侵食の傾向について、3D スキャナーにより計測された河床形状を図-2 に示す。図-2a に示す Case 1 では、下流端から 16m 程度の地岸から高水敷と低水路の境目をきっかけとして侵食が下流側に広く拡大している一方、Case 2 では高水敷が全体的に侵食されている傾向が見られる。Case 2 においては、勾配が比較的緩く、水深が高水敷であってもある程度大きい条件であり、高水敷の広い範囲で流砂量が生じていた。高水敷で発生した掃流砂の一部は、低水路に流れ込むことで正味の侵食を受け、それにより全体的に高水敷が低下する結果

キーワード：高流速、高水敷、侵食、水理実験

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3-1-34 土木研究所 寒地土木研究所 TEL: 011-841-1639



図－2 実験における低水路と高水敷の河床高さのコンター図.

となった．一方，Case 1 では，Case 2 よりも急勾配で水深が浅く，高水敷では流砂量が発生しない条件を設定したが，低水路に近い高水敷の一部では，低水路に生じている高速流の影響を局所的に受けることで活発な流砂量が発生していた．これには，低水路内に発生している三角波により水位が大きく変動していることも大きな原因と考えられる．また，本水理条件では，高水敷と低水路内の流れが水路全区間で等流にはなっておらず，上流端から下流に向けて水深が下流方向に増大している区間があった．これにより，高水敷では下流に向かって流れの乗り上げが強くなり，下流に向かい流れが加速しているような状況が生じていた．その結果，高水敷では流砂量は下流に向かって増大しており，土砂の連続関係より，河床が顕著に低下したものと考えられる．全体的に流砂量が発生している Case 2 より，高水敷の掃流力が小さく，局所的にしか掃流砂が発生しない Case 1 のほうがこのような土砂の不連続が生じやすく，高水敷の侵食が大きくなったものと考えられる．また，高水敷の洗掘に伴い，高水敷部に流れが偏流する一方，元々の低水路の流れは弱められるために，低水路の下流部では顕著な河床上昇が生じている．これによりさらに高水敷に流れが乗り上げやすくなり，高水敷の侵食を促したと考えられる．

本実験においては，高水敷は低水路と同様の河床材料で構成されており，芝等による被覆や護岸等の防御もなく，高水敷は流れに対して脆弱であり，実際の河道における高水敷侵食現象をそのまま表しているわけではない．また，元々の低水路が狭いことから，高水敷に対する流れの偏流や，低水路の顕著な堆積が強調されていると考えるのが妥当である．しかしながら，土砂の連続関係により高水敷が侵食するという点は，実際の高水敷侵食の大きなメカニズムであると予想される．すなわち，高水敷における護岸や被覆状況の不連続性により，ある地点において高水敷が侵食を受ければ，そこから下流側では流れが集中することで流砂量が発生しえるのに対して，その上流から供給される土砂量が極めて少ないために，その連続関係によって高水敷の侵食が下流に拡大するということは十分に起こりうると思われる．また，高水敷表面の被覆が高速流により取り除かれれば，その下は比較的細かい粒径の材料で構成されている場合もあり，本実験で見られた様な現象が起きる可能性はある．

本実験は，非常に単純化した条件において高速流による高水敷侵食メカニズムについて考察を行った．今後は，より広い水理条件で実験を行い，図－2に見られるような侵食の違いなどを引き起こす要因についてさらに考察するとともに，このような侵食を防止するための効果的な対策工に関する検討も進めていきたいと考えている．

参考文献

- 1) 井上ら，土木学会論文集 A2 (応用力学)，Vol. 71, No. 2, pp. I_739-I_746, 2015.