

超過洪水における中小河川の河道災害について

京都大学防災研究所 正員 村本 嘉雄 京都大学防災研究所 正員 藤田 裕一郎
(株)鴻 池 組 ○正員 木下 晴由

1. はしがき 超過洪水時にも河川改修は効果を発揮すべきとの観点から、生起頻度の高い中小河川を対象にその被災過程の研究を開始した。本文では、1988年島根豪雨による中小河川の河道災害を例に、その特徴を述べ、弯曲部の土砂堆積と護岸の被災過程の特性をそれぞれ現地測量と基礎実験により検討する。

2. 中小河川の被災実態 1988年7月、島根県西部は15日に浜田市を中心に、20、21日に那賀郡三隅町周辺に、80mm/hrを越えるような短時間の狭い地域に集中する豪雨に見舞われた。これらの豪雨による被災河道は1972年、83年の災害を契機にほとんどの区間で改修されている。そこに計画規模を上回る出水が発生したことが今回の河道災害を特徴付け、主たる河道災害は、①有堤区間の1割5分以上の緩勾配堤防護岸(写真-1)、②掘込河道区間の5分程度の急勾配護岸(写真-2)、及び③谷間の耕作地外周の三面張り護岸(写真-3)に大別できる護岸の破壊であり、土砂流送の多い三隅川支川井川川のような河道では弯曲部内岸の顕著な土砂堆積がそれを激化させていた(写真-4)。旧来の間知石等の空・練積み護岸とは違い、コンクリートブロックの練張り・練積み工法で施工された近年の護岸は、洪水時に個々のブロックが流体力に抵抗するのではなく、あるまとまった大きさの板として挙動するものと思われる。



写真-1 滑落した護岸被災 (下府川)

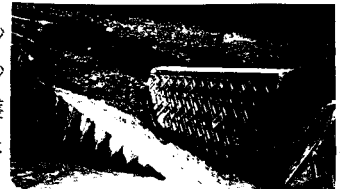


写真-2 倒壊あるいは転倒した護岸の被災例 (青川川)



写真-3 三面張り護岸の被災例 (敬川)



写真-4 弯曲部の土砂堆積と被災状況 (IGW-XO)

3. 弯曲部の土砂堆積 弯曲部内岸の土砂堆積が顕著であった井川川の4地点(IGW-W, X, Y, Z)について地形測量を行い、河床変動特性の把握を試みた。図-1に測量結果の一例を示す。内岸の頂部付近に大きな堆積が生じ、河床の最低位部は弯曲頂部よりも下流の外岸沿いにある。護岸天端からの洗掘深を須賀¹⁾の包絡線と比較すれば図-2のようであって、根固め工の破壊されたIGW-X弯曲を除いて従来の範囲内にある。なお、堆積横断勾配について従来の評価式と比較したが、非常に大きい予測結果となった。土砂は、図-3のように護岸天端を越えて堆積しているの、根固め工で洗掘の抑制された弯曲部では河積が減少し、河道は溢水して余裕高部分や護岸の流失を招くが、1985年災害の経験から外岸は余裕高

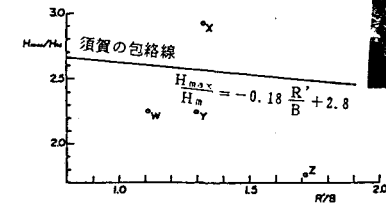
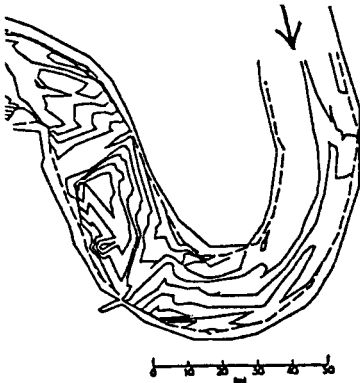


図-2 最大洗掘深の検討

図-1 弯曲部の平面形状の測定例 (IGW-W)
等高線の間隔は.5m

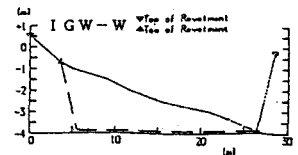


図-3 河道弯曲部の河床横断形状の測定例

部分にも張りブロックが施されていて今回の出水に効果を発揮した個所も多い。一方、弯曲内岸の上流では裏込めの流失個所もあって、これも河積減少の影響と思われる。

4. 護岸の被災過程 a. 基礎実験の概要： 上述のブロックとしての挙動に着目して、幅1.55m、長さ6.5m、深さ0.3mの水路で基礎実験を行った。図-4のように、河床を水路底よりも5cm高く、河岸勾配を所定の値として、平均粒径0.88mmの淀川の河川砂を水平に敷均した。

トタン板製の模型護岸は敷均し後の河岸斜面に沿わせて先端が水路底達にするまで注意深く挿入した。護岸の根入れは鉛直方向に5cmである。1回目の通水は、水位が河岸の頂部よりも1~2cm高くなるよう(高水位通水)に、2回目は頂部より約2cm低くなるよう(低水位通水)に下流の堰で調節して行い、流下方向4点の水位及び初期と各通水後の河床高を測定した。実験W, Nは河積を変えてそれぞれ低, 高流速の河道に対応させ、実験番号2, 4が模型護岸を設置したものを表している。河岸高は中小河川に多い1.5~3m高の河岸の1/20~1/10の15cmとした。

b. 結果と考察 従来の河岸侵食実験と同一現象の模型護岸の無いRun W1, W3, N1, N3に対して、写真-5及び図-5のように、護岸実験では、Run W2の場合、模型護岸がやや起上がって急になり、それに応じて河岸先端が僅かに沈下した。Run W4では、護岸の起立傾向が全体的に進み、低水位通水直後に模型護岸が直立し、停水時には図-6のようにオーバーハングの状態となった。Run N2の場合、高水位通水による模型護岸の起立はかすかであったが、ブロックの間隙からの土砂流出によって裏込めが失われた。このため、低水位通水時には護岸背後でも高流速となり、間隙が拡大して護岸が流体力によって下流に押し流された。Run N4の場合、高水位通水時の護岸の起立が最も著しく、河岸の沈下も進行した。低水位通水開始1分後に中央区間の模型護岸が前方に倒れ、その上・下流の護岸も速やかに直立していったが、最終的に護岸の流失は生じなかった。Run N2とのこの相違は流体力の作用状態の差異によるものと考えられる。

以上のように、1割以下の急な法勾配の場合では低流速でも溢水するだけで護岸が前に傾いて裏込めが沈下し、さらに、河岸上が高流速の場合に起立傾向の激化される可能性が示された。これらの現象は速やかに進行し、例えばクラック等護岸の間隙が拡大して高速流に曝されると直ちに壊滅的な状態まで進むようである。護岸の転倒は、本実験の場合、根入れによる抵抗と流体力及び裏込め圧力の関係で生じるが、実際の護岸では、これに加えて裏込め圧力や流体力が高いと折損して倒壊する。これを避けるには法勾配を緩くするか、配筋等で護岸を増強するしかないであろう。前者は結局農地等を削ることになり、一方、後者も経済的な負担が増加することになるので、容易ではないが検討の価値がある。

5. あとがき 今後、急弯曲部の土砂堆積や護岸の倒壊・流失の機構を明らかにして、中小河川への治水投資を蓄積できるような護岸構造物の強化方法について検討していかなければならないと思われる。

参考文献 1) 須賀：土木技術資料, Vol. 5-4, 1963.

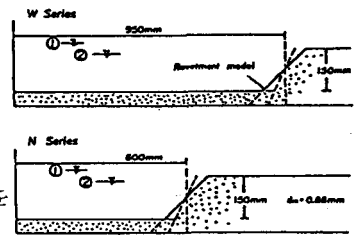


図-4 実験水路の横断形状と護岸模型設定の模式図

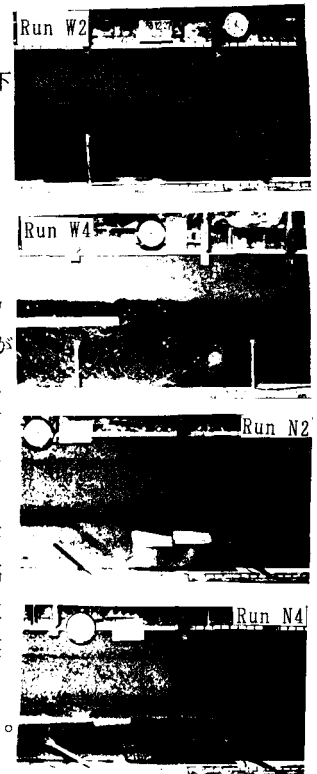


写真-5 模型護岸の最終状態

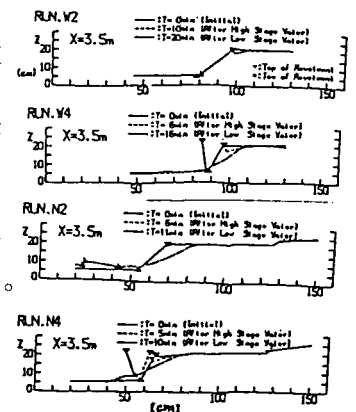


図-5 護岸模型の変化