直線水路における側岸侵食の実験的研究

広島大学工学部　正　員　福岡捷二　渡邊明英　建設省中国技術事務所　正　員　陶山幸夫
水資源開発公団　正　員○島本重寿　広島大学大学院　学生員　柏木幸則

1.はじめに　自然河岸を残したり多自然型護岸を施工するためには、安全面からその自然河岸がもつ耐侵食力の評価が必要であり、これによりその場に適した工法の選択ができる。しかし、自然堆積土からなる河岸は複雑な土質構造を成し、堆積場所により土の組成、締め固め度も変わるため、侵食機構は複雑となる。そのため実際に現地の堆積土で侵食実験を行い、その侵食特性を評価する必要がある。福岡ら[1)2)]の行った荒川上流部の高水敷における現地侵食実験では、シルト、砂が互層構造を成す自然堆積河岸は、1)下層の侵食によるヒサシの形成、2)ヒサシ状河岸の崩落、3)崩落土塊の細分化・流送、といった侵食過程が示されている。しかし現地では限られた土質条件、水理条件でしか実験できず、実河道における侵食機構を十分に理解し得るまでには至っていない。本研究では河岸を構成する土質ごとの侵食特性を把握することを目的とし、現地高水敷にて粒度、組成等の異なる自然堆積土を乱さずに採取し実験水路に設置し侵食実験を行い、土質特性と侵食特性の直接的な関係付けを行う。

2.実験方法　現地高水敷より採取した試料を図-1に示すように水路左岸側に設置した。実験水路は水路長13m、幅0.4m、深さ0.5mの直線水路で水路床勾配は0～1/30まで調整可能である。各試料の大きさは幅1m、高さ0.3m、奥行き0.15mで上流から4mを始点とし5mの区間に設置している。通水中に水位、流速分布の測定を行い、通水停止後に側岸の形状測定を行った。流量は下流端に設置した水槽の四角堰を用いて算出した。

侵食実験に用いた試料は百間川4.6km左岸高水敷及び荒川64km右岸高水敷にて採取を行った。図-2はこれらの試料の粒度分布を示している。百間川の試料は0.250mmの細砂、0.050mmの粘土に粒径が集中しており中間のシルトをほとんど含まない粘土質砂である。局所的に細砂または粘土のみの極く小さな層が存在している。荒川の試料は、高さ30cmの試料内に図中に示すシルト及び非常に粒径の揃ったシルト質砂が層構造を成している。一軸圧縮試験の結果、シルト質砂の粘着力ｃは0.03kgf/m²、シルトは0.33kgf/m²と10倍強度が異なっている。

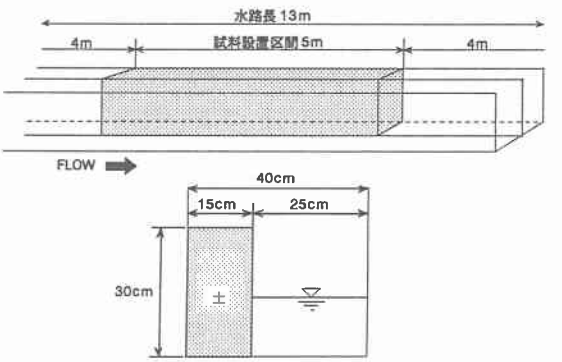

図-1　実験水路図

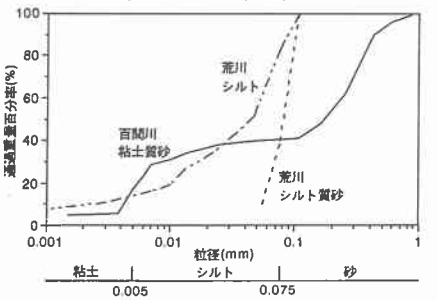

図-2　粒土分布図

3.実験結果　表-1は各試料で行った実験ケースを示している。百間川の粘土質砂は侵食抵抗が大きいためcase1の条件では侵食はほとんど生じなかった。図-4の(a)はcase2における側岸の形状変化を示している。case2では徐々に侵食が進行し、図に示すように上部の土の崩落が生じた。図-3はcase1及びcase2における時間経過による侵食面の縦断的な拡がりを示している。通水初期には比較的侵食抵抗の小さい砂分を含む箇所で局所的に穴状の侵食が生じたが、時間の経過に伴い徐々に縦断方向へ侵食面が連なるように拡大し、ほぼ侵食面が一様となった通水3時間後に上部の土の崩落が生じた。

図-4の(b)は荒川の試料を用いたcase3における側岸

表-1　実験条件

		流量Q (l/sec)	水深h (cm)	平均流速V (cm/sec)	勾配I	試料採取場所
百間川	case1	36	9.7	150	1/100	4.6km左岸高水敷
	case2	53	9.5	220	1/30	
荒川	case3	20	14.5	50	1/1000	64km右岸高水敷
	case4	13	10	40		

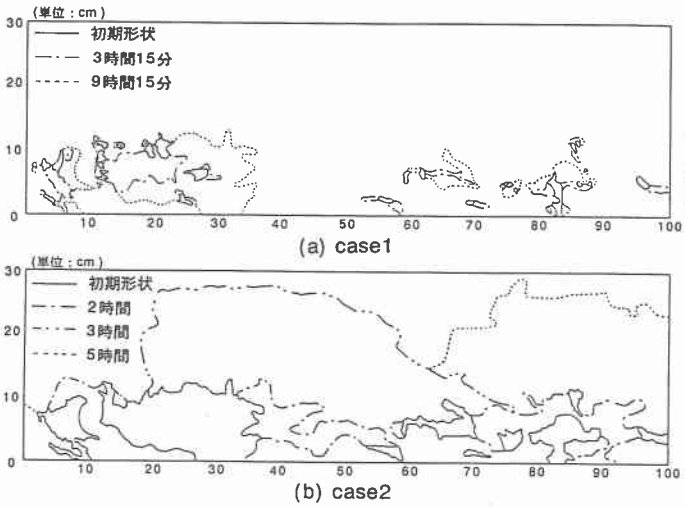

図-3　縦断的な侵食面の拡大状況

の形状変化を示しおり、試料は図に示すようにシルト質砂とシルトが層構造を成している。通水6分30秒後には中層の侵食抵抗の非常に小さい砂層が急激に侵食され図のようなヒサシ形状となった。この後1分50秒の通水を行ったところヒサシ下の侵食が進行しヒサシは崩落した。case4はcase3んでのヒサシの崩落後斜面について上層の砂層及び下層のシルト層の侵食速度を調べたもので、水深を10cmに減じ引き続き通水を行った。計360分の通水を行ったが下層のシルト層は侵食がほとんど生じず、シルト層を残した状態で砂層の侵食が進行し、側岸形状は階段状となった。

図-5はせん断力と侵食速度Eの関係を示している。図中には本実験結果と荒川の現地で行われた実験結果[2]をプロットしている。図中の数字は水路での平均流速を示す。百間川の粘土質砂は侵食速度は現地実験結果のシルトの1/10となっており、粘土を含むことによって侵食抵抗が大きくなっていることがわかる。荒川のシルト質砂はほとんど粘着力を持たないため、小さなせん断力で急激に侵食速度が大きくなっているのが分かる。

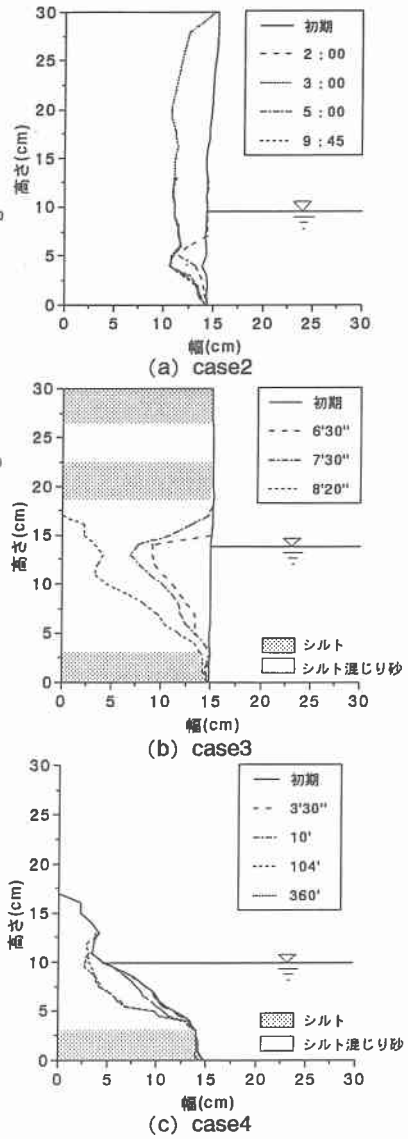

図-4　側岸形状

4.おわりに　本研究で得られた主要な結論を以下に述べる。

1）粘土を多く含む河岸は侵食抵抗が非常に大きいため流れによる侵食は生じにくく、砂分を含む比較的侵食抵抗の小さな箇所で局所的に侵食が生じる。局所的な侵食箇所から徐々に侵食面は縦断的に拡大し大きな侵食となっていく。2）シルト質砂及びシルトが互層構造を成す河岸では侵食抵抗の小さい砂層の侵食が生じ、河岸はヒサシを形成し崩落する。3）斜面形状となったシルト質砂の侵食速度は時間経過と共に減少し、その侵食速度はシルトの約10倍である。

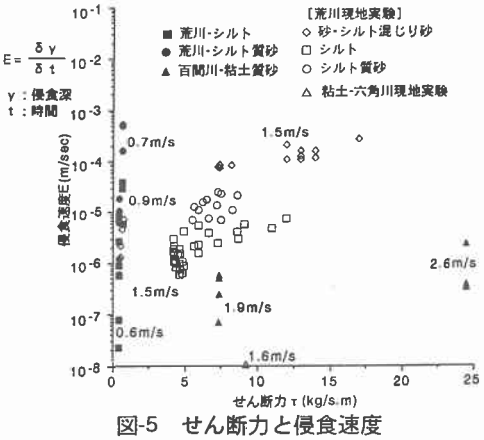

図-5　せん断力と侵食速度

参考文献

1）福岡、大東：自然堆積河岸の侵食過程　水工学論文集　第37巻 pp.643-648 1994
2）建設省荒川上流工事事務所：河岸侵食・拡幅機構に関する研究-荒川上流部堤水路河道を事例として-　pp.94 1994