

34 合流点での土砂堆積に関する実験

建設省土木研究所 ○草野慎一

石川芳治

福澤 誠

1. はじめに

流送土砂の多い山間地域の河川が合流する場合、運搬土砂をすみやかに流下させて、側岸侵食や合流点付近の水位上昇を起こさないようにすることが重要である。本実験は急勾配河川どうしが合流する際の合流点での水理条件と、合流点に形成される堆砂の形状・量と水位上昇、側岸侵食の関係を明らかにし、河川の合流点処理を効率的かつ安全に行うための基礎資料を得るために行ったものである。

2. 実験の概要

流送土砂の多い、急勾配河川どうしが合流する場合の合流点処理としては、従来以下のような工法がとられてきた。

- (1) 河道の安定を期待しやすい形狀をもつ河川に、もう一つの河川の形狀をあわせる。具体的には、合流点に瀕害堤を設け合流点を下流に移し、河道が安定しやすいところで土砂の流送を期待する。
- (2) 支川の合流による流水の乱流を防ぐために、支川を本川の接線方向に合流するように河道を修正する。これにより流水の偏向を防ぐことができ、土砂の堆積や局所洗掘の防止が期待できる。
- (3) 支川の流送土砂が多い場合には、合流後の河幅を本川・支川の合計幅よりも狭くして、掃流力の増加を図る。
- (4) 支川の流送土砂が、合流点の形狀に係わらず多い場合には、支川上流に必要に応じた砂防施設を設置して土砂の抑止を図る。

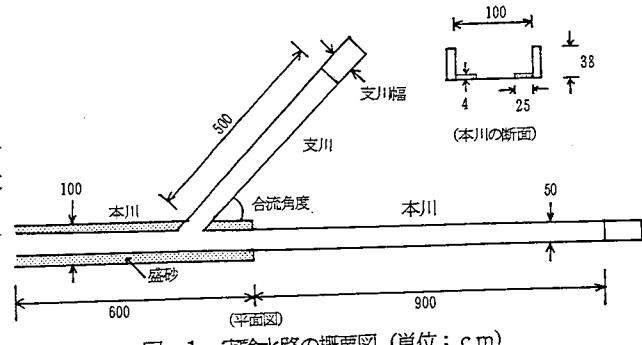
(5) 河状ならびに出水状況が異なり、調整が困難な場合には合流を避けて各河川を分離する。

今回はこの中で特に(2)にあたる、合流角度と合流点の形狀について水理模型実験により検討を行った。また、他の条件として支川からの流入土砂量を2種、支川の河幅も2種変えて、その条件についてもあわせて検討を行った。

3. 実験方法

3. 1 実験水路

実験に用いた水路の概要図を図-1に示す。本川も支川も直線水路であり、本川は勾配1/120、幅1mのコンクリート水路であり、河床勾配は一定である。支川は合流角度や、水路勾配、支川幅をえることのできる木製水路である。各条件



は、合流角度3種(30° 、 60° 、 90°)、水路勾配2種(1/20、1/50)、支川幅2種(20cm, 50cm)をとることができる。

3.2 実験条件

使用した砂は平均粒径5mmの均一砂とした。また給砂量の決定は以下の考え方によった。合流点条件(合流角度、河幅、支川勾配)の違いが合流点での土砂の堆積等に与える影響が現れやすくするために、本川、支川とも限界掃流土砂量を供給することとした。この量の決定は本川、支川とも勾配の違いごとに予備実験を行い、所定の流量で流し得る土砂量を測定し、その値を用いた。給砂の方法は、本川はベルトコンベヤによって自動的に、支川は10秒ごとに一定量を落としておこなった。本川河床には流量一定時の動的平衡勾配を保つために、あらかじめ厚さ7.5mmの敷き砂をした。

なお、本川模型の全幅は1mであるが、側岸侵食の形成過程をみるために両岸に幅25cm、高さ4cmの砂を自然河岸として敷き砂したため、本川の流路幅は50cmである。また、実験時間は、支川の流水を本川に合流させてから30分間とし、経過時間ごとの河床位、水位を計測し、あわせてVTR、写真による状況の変化も観察した。

3.3 実験ケース

実験ケースは表-1に示す12ケースである。ここで用いた各種の実験条件の値は、当研究室でまとめた、建設省の砂防関係工事事務所管内の合流点状況調査の結果から平均的な値を用いている。また、今回は模型の縮尺の規模は1/100程度となっている。

4. 実験結果

図-2はケース1、2、3の時間的な変化状況を平面的に示したものである。色をつけてある部分は30分後に水面より上にでている部分である。また図-3は同じケースの30分後の縦断図である(合流点位置を0として上流側100cm、下流側140cmの区間)。両方の図から、合流角度が大きくなるにつれて中央の砂州が上流側に形成されていくのがわかる。また、最高水位もそれにつれて高くなっている。一方合流点の堆砂量は図-3からわかるように、合流角度が小さいほうが多く、水位の上昇とは逆の傾向をとっている。以下にこれらの関係及び、側岸侵食の進行状況について項目ごとに考察する。

なお、今回の実験では、側岸の盛り砂の幅を両岸とも25cmに設定したため、全12ケースのうち、8ケースが実験終了時までに侵食が側壁にまで達してしまった。この時点から後は、水路と直角方向の

表-1 実験ケース

ケースNO.	勾配	流路幅(cm)	合流角度($^\circ$)	流量(l/s)	給砂量(cc/s)
				本川	
全ケース	1/120	50		2.12	5.5
				支川	
1			30		
2	1/20	20	60		26.2
3			90		
4			30		
5	1/20	50	60		25.9
6			90		
7			30		
8	1/50	20	60		5.6
9			90		
10			30		
11	1/50	50	60		3.5
12			90		

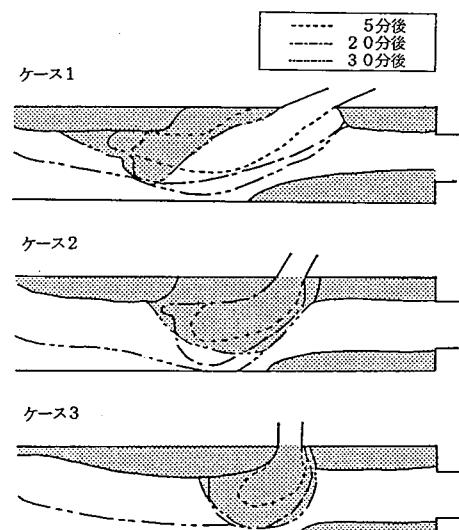


図-2 合流点付近堆砂平面図(ケース1,2,3)

側岸侵食は起こらなかった。

4. 1 堆積土砂量と合流点条件

図-4に結果を示す。支川勾配1/20の6ケースは、表-1に示した通り、他の勾配1/50のケースより供給土砂量が5倍程度多いため、合流点での堆積土砂量が多い。供給土砂量がほぼ同じ場合には、支川幅が小さい方が堆積土砂量は多くなっている。また、2. 実験の目的(2)で述べたことと逆の結果であるが、合流角度が大きいほど堆積土砂量は少なくなる。合流角度がきつい場合、比較的狭い所に多くの土砂が供給されるため、その付近には多くの土砂が早い時期に堆積することになる。そして水面より上に頭が出るような砂州が形成されると、流路が狭くなり、水位は上がるが流速が早くなることによって掃流力が増加する。その結果、全体としての堆積土砂は減少するようである。

4. 2 水位と合流点条件

図-5に実験結果を示す。縦軸にした水位は、図-3に示した平均水位の中で、最も大きい値である。堆積土砂量の結果と同様に、給砂量の多い支川勾配1/20のものほんが全体的に高くなっている。また、支川幅については、狭い方が水位上昇している。この2点については堆積土砂量の結果と同傾向である。しかし、合流角度については、支川勾配1/20のものについては一定の傾向は認められないが、1/50のものについては、角度が小さくなるほど水位は高くなっている。

4. 3 側岸侵食幅と合流点条件

図-6に支川勾配1/20のケースを、図-7に1/50のケースの結果を示す。図-6に示すように、支川幅の違いについては、侵食速度に大きな差があり、支川幅が小さい方が側岸侵食速度は大きい。また、支川幅が同一の場合には、合流角度による侵食速度の差は顕著ではない。

図-7に示すように、支川幅が小さいほうが側岸侵食が早い。ただし、この場合はケース7が他の2ケース(ケース8、9)に比べて明らかに侵食が遅れており、合流角度が小さい方が、侵食速度が小さくなる傾向が見られる。給砂量がある程度以上多くなると、合流角度は側岸侵食速度にはあまり影響しないようである。

給砂量が少なければ、支川からの流水が緩い角度で合流する方が側岸の侵食力は落ちると考えられる。

4. 4 実験結果の総括

実験結果をまとめると、支川の幅が狭い場合には、合流点における土砂堆積、水位上昇、側岸侵食

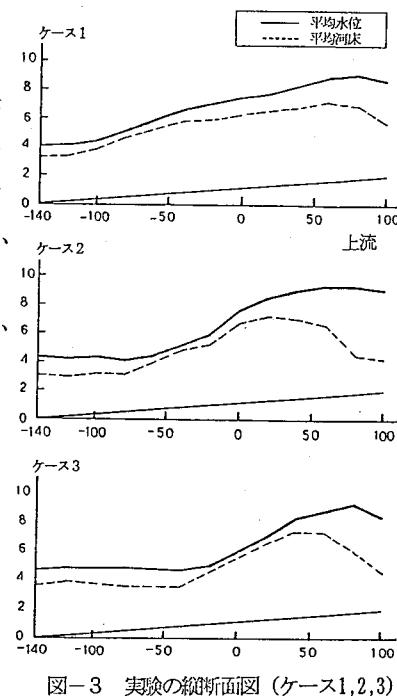


図-3 実験の縦断面図(ケース1,2,3)

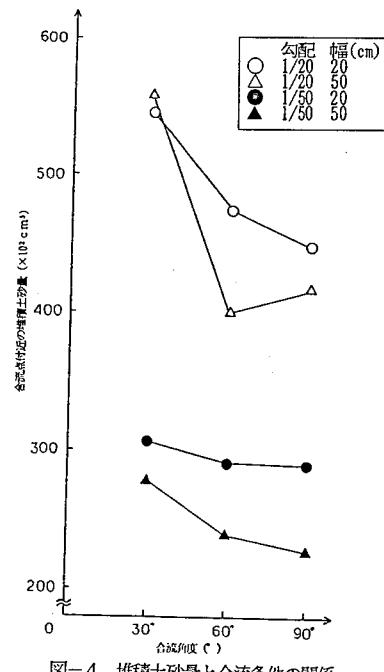


図-4 堆積土砂量と合流条件の関係

速度が増大することがわかった。また合流角度については、小さくとすれば水位上昇を抑えられるが、全体としての土砂堆積は大きくなり、逆に大きくとれば水位は上昇するが堆砂はあまり進まない。また、支川からの供給土砂量が多いと、土砂堆積、水位上昇、側岸侵食速度の全てが増大することが明かとなった。

5. まとめ

今回の実験により、合流点の条件（支川からの供給土砂量、支川幅、合流角度）と合流点での堆積と水位上昇、側岸侵食速度との関係がある程度明かとなった。ただし、側岸の盛り砂が沖幅25cmしかなかったために、十分な側岸侵食現象を観測することができなかつた。また、今回は検討しなかつた、河床の変動や、粒径の違いが及ぼす影響についても今後研究を進めしていく必要があると考える。

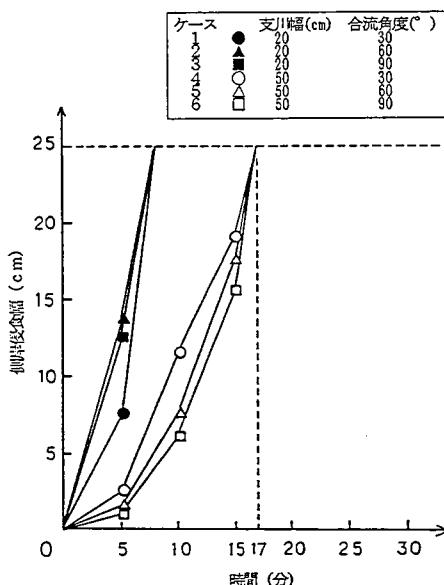


図-6 側岸侵食幅の経時変化（支川勾配1/20）

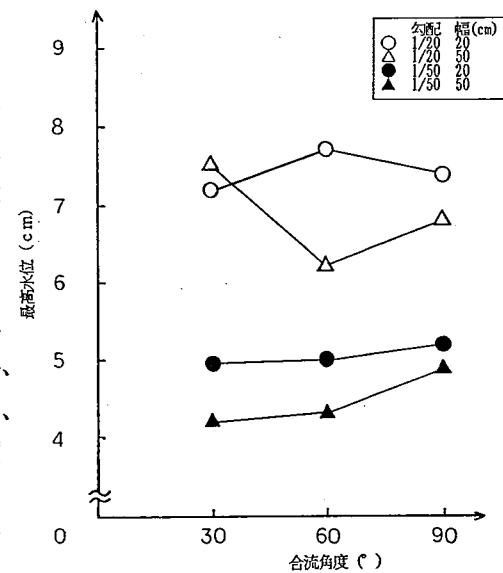


図-5 水位と合流条件の関係

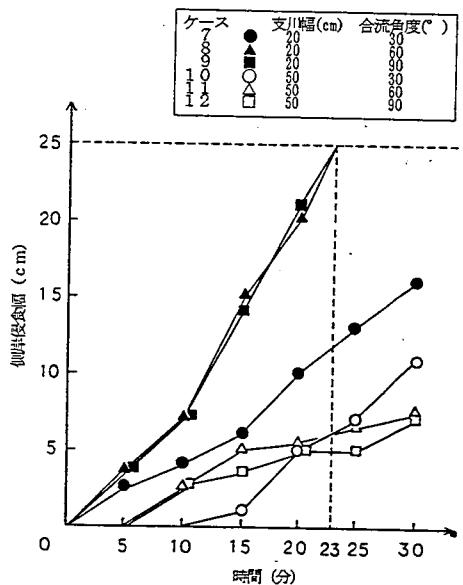


図-7 側岸侵食幅の経時変化（支川勾配1/50）

参考文献

- 1)建設省土木研究所：合流点における土砂堆積状況写真集，部内資料
- 2)高瀬信忠：河川水文学，森北出版株式会社