

II-173 床固め高さ変化の洗掘実験の検討

芝浦工業大学 正員 丸山豊男
芝浦工業大学大学院 学生員 清野耕史

1. はじめに

床固め工は、河床低下の防止や高水敷の維持を目的として河道を横断して設けられるが、上流・下流の落差変化や流量或いは下流端の水理条件によってその近傍の局所洗掘が増大し、構造物を不安定にしていることがしばしばある。床固め工は一般にある程度の落差を持たせ、それにより水流自身のエネルギー損失を起こさせ、その機能を發揮するもので、その高さの設定を間違えれば、上流側水位を必要以上に上げてしまったり、床固め直下流部の局所洗掘を促進させてしまう恐れがある。床固め下流部の局所洗掘及びその解析の研究^{1), 2)}があるが、本研究では、床固め上で限界水深が生じない水理条件で床固め高さを変化させたとき、その直下流部における洗掘形状が若干異なる実験結果を得たのでこれを報告する。

2. 実験装置及び方法

実験に使用した水路は、図-1に示すような長さ4 m、幅40 cmの長方形断面アクリル製水路である。また、水理条件としては表-1に示す通りであり、床固め上で限界水深が生じない、いわゆる着り越流となるように下流端の水位調節板によって設定した。また、床固めには厚さ0.5 cmのアクリル板を使用した。

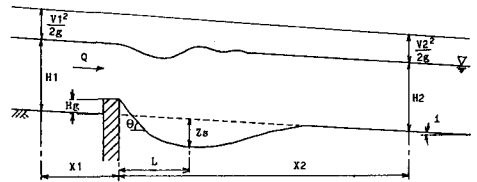


図-1 実験水路と記号

3. 実験結果

i). 洗掘状況

図-2は、最大洗掘深の時間的変化を示したもので、洗掘の進行速度は通水開始後数十分間が非常に激しく、その後は時間とともに徐々に減少し、本実験においては通水開始から7~8時間ではほぼ安定した。RUN1、RUN2においては $z_s \sim T^{1/2}$ の関係であるのに対し、RUN3についてはそれが認められず、洗掘の進行は不安定なものであった。最大洗掘深の位置の変化についても、RUN1、RUN2においては時間とともに下流側に後退したのに対し、RUN3では不安定なものとなった。また、道上・鈴木モデル¹⁾と同様に解析を試みた結果、RUN1、RUN2についてはほぼ妥当であったが、RUN3について十分説明することが出来なかった。

RUN	Hg (cm)	Q (l/s)	Fr	Dm (mm)	i
1	0 * H2	5.0	0.5	0.6	0.004
2	0.1 * H2	5.0	0.5	0.6	0.004
3	0.2 * H2	5.0	0.5	0.6	0.004
4	0.1 * H2	5.0	0.5	0.8	0.004
5	0.2 * H2	5.0	0.5	0.8	0.004

表-1 実験条件

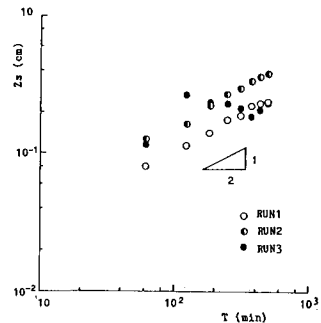


図-2 最大洗掘深の時間的変化

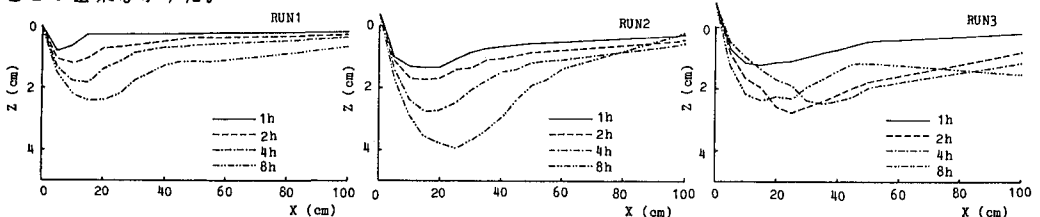


図-3 洗掘形状の時間的変化

図-3は、洗掘形状の時間的変化を示したものであるが、RUN1、RUN2については、洗掘が進行しても洗掘孔形状自体はほとんど変化せず、時間に比例して洗掘が進行していくが、RUN3では、洗掘孔前面において周期的な変動が見られ、下流部においては前者と同様な洗掘の進行が認められた。

ii)、床固め高さ変化に対する洗掘形状

図-4は、RUN1、RUN2、RUN3において、洗掘がほぼ安定した時点の洗掘孔形状を示したものである。

床固め高さを河床面(RUN1)から水深の1割高(RUN2)に上げると、洗掘は床固め高さに比例して増加するが、更に水深の2割高(RUN3)に上げると、かえって洗掘は押さえられ、減少する傾向が見られる。この原因として考えられることは、床固めがある高さになると構造物形状の効果が生じ、はく離点の移動及び渦流の発生により床固め後流の流況が変化し、落差によるエネルギー損失が支配的になってくるものと考えられる。床固め直下流部の局所洗掘過程を水平噴流による洗掘³⁾と同様に初期・中期・後期に大別して検討すると、本実験においてRUN1、RUN2では初期洗掘過程とほぼ同様な傾向にあるが、RUN3では中期洗掘過程に近いものでありながら、洗掘深は予測より進行しなかった。

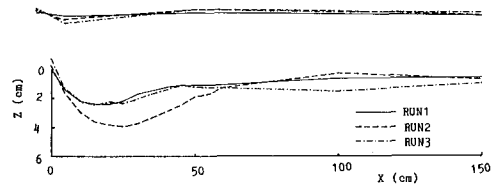


図-4 床固め高さ変化に対する洗掘形状の相違

iii)、流速分布

図-5は、RUN1について床固め下流の洗掘がほぼ安定した通水8時間の時点における洗掘孔での流速分布特性を示した一例である。流速測定については、河床をセメントで固定し、小型プロペラ流速計によって行った。

流れの主流は床固め先端ではく離し、下流方向(このケースにおいてはX=22cm)に再付着点が認められた。水

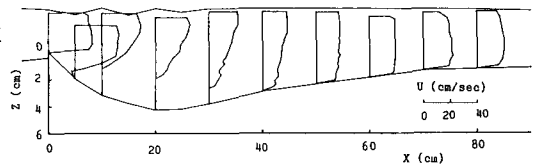


図-5 流速分布特性

脈はほぼ水平に近いものの、洗掘孔内においてはかなり乱れが起こっており、河床近くにおいては逆流域が形成されていた。また、床固め直下流部では水面近くの流速が大きい分布を示しているが、下流へいくに従って河床近くの流速が回復し、X=60~70cmにおいてほぼ一様な流速分布になっていた。更に洗掘孔内におけるトレーサーの動きを観察してみると、間欠的に鉛直方向への巻き上げを生ずることが認められ、かなり複雑な流れが存在していた。

4. おわりに

構造物の形状にも問題はあがるが、床固め高さを変化させた場合における下流部の局所洗掘について、以上のようにな実験を行った。現在、床固め直下流部の洗掘条件をマクロ的に捕えるため、実験を進めながら洗掘孔内部の流況解析及び実験事実により流砂量については非平衡状態⁴⁾で、洗掘孔上部では安息角の崩落、再付着点後流については粗い平板上の発達する乱流境界層⁵⁾と考えたモデル化から、洗掘機構を解明する考察を行っている。その一部については講演発表会において述べることにする。

参考文献

1)、道上・鈴木 : 床固めの水理機能に関する研究 ; 京大防変研年報22号B-2 (1981)
 2)、鈴木・道上・川津 : 床固め直下流部の流れと局所洗掘について ; 第26回水理講演会論文集 (1982)
 3)、玄藤 隆 : 水平噴流による洗掘に関する研究 ; 土木学会論文報告集第282号 (1979)
 4)、中川・辻本 : 水波による砂れきの移動機構に関する研究 ; 土木学会論文報告集第244号 (1975)
 5)、吉川秀夫 : 流砂の水理学 ; 丸善 (1985)