

関西大学工学部 正員 西形 達明
同 正員 山岡 一三

1. まえがき

河川底泥の侵食、巻き上げに関する実験的研究は数多くなされているが、一般に底泥と呼ばれるものは粒状体に比べて侵食機構に關係するパラメタが非常に多いことや、流水との接触問題とも言える一面を有していることから、水量をも考慮する必要性があり、問題をより一層複雑にさせている。このような底泥の巻き上げに対しても一般に限界掃流力によって整理されているが、このような場合では底泥側の性質に重きが置かれることになる。一方高含水比の底泥になると密度流的な立場より考察される場合があるが、このような場合には流水側の水量にもかなり配慮がなされなければならない。そこで本報告では長方形断面水路を用いて底泥の侵食に関する実験を行なう。結果について、その限界掃流力と共に密度流の分野において用いられる連行現象の觀察から若干の考察を行なうものである。

2. 実験方法

実験に用いた水路は、長さ5m、幅20cmのアクリル製水路であり、上流より約3mの所に長さ50cmにわたって底泥を敷きつめ移動床を作成した。また底泥として用いた試料は、カオリン系の粘土(試料A-平均粒径=8 μ 、比重=2.68、 $\angle L$ =44.5%、 PL =23.3%)と、野洲川河口において採取された底泥(試料B-平均粒径=3 μ 、比重=2.69、 $\angle L$ =56.7%、 PL =25.6%)の2種類である。限界流速の測定は目視による方法と光学式濃度計とを用い濃度の増加より決定する方法を併用したが、限界値は目視で十分確認が可能なるものであった。次に侵食速度の測定は所定の流速で一定時間通水し、その間の底泥面の高さの変化量を測定することによって単位時間当りの侵食量を決定した。

3. 実験結果と考察

底泥の掃流限界には、従来より指摘されているように表層の底泥粒子が際々に巻き上げられるような流送限界と、底泥が著しい侵食を受けmass状に巻き上げられる破壊限界が存在するが、本実験においても、これらの2種類の掃流限界が明確に確認された。

図-1は試料Aにおける掃流力と侵食速度の関係を各含水比別に示したものである。100%以上の含水比について見ると、すべて途中で急激に侵食速度が増大する英が見られるが、これが破壊限界に相当するものである。したがってそれより以下の部分は表層の流送による侵食を表わしている。含水比100%の試料は図に示された掃流力の範囲では明確な破壊限界には達しなかったようである。また本実験において、侵食のための通水は破壊限界以下の領域では2~3時間程度行なわれたが、この時間範囲内では経過時間による侵食速度の変化はほとんど見られなかった。破壊限界以上におい

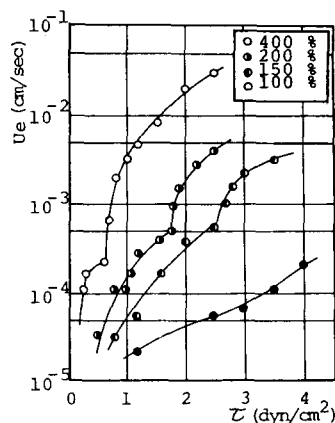


図-1

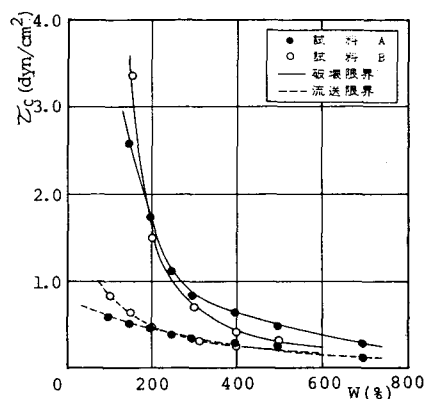


図-2

ては、かなり侵食が激しく経過時間と共に侵食速度は低下していく傾向があるため、図-1に示された侵食速度は通水開始後数分間の値を平均したものが示されている。

図-2は両試料の含水比による破壊限界と流送限界の変化を表わしたものである。両試料の間には大きな差異は認められず、共に含水比の増加に伴って限界掃流力は減少しており、特に破壊限界は含水比の影響を大きく受け、また低含水比領域において著しい増加が見られる。一方流送限界は破壊限界に比べるとその変化は小さいものとなっている。また高含水比領域において両限界の差が小さくなっていることもわかる。

次に、円筒形回転粘度計を用いて測定された、せん断降伏値（横軸）と先に述べた限界掃流力（縦軸）について調べたのが図-3である。図よりそのせん断降伏値と限界掃流力の値には大きな違いが見られるが、これから破壊限界は底泥試料のせん断降伏値による影響をかなり受けており、流送限界についてはそれ程大きな変化はないようである。したがって流送限界においては破壊限界に比べて底泥の持つ粘性の影響を受ける度合いが小さく、非粘性物質の流送に近い性質も有しているのではないかと考えられる。

そこで一般に粒状体河床の掃流力において用いられる無次元表示によって上述の流送限界について表わしたものが図-4である。各試料共ほぼ一図となって表わされ、両試料の差は主に平均粒径の違いに由来するものである。砂粒の場合では粒子 Reynolds 数 = 1.0 のとき $\tau_c / (\rho_s - \rho) g d$ の値は 0.1 程度であり、その曲線は図中に破線で示されている。これから流送限界はその延長上に存在しているようであるが、このように粒子 Reynolds 数が小さい範囲での本表記法には問題が残されていることから、一概に結果を判断することは困難であろう。

次に、破壊限界に対して成層侵度流において用いられる連行現象の考え方を採用して整理したものが図-5であり、連行率 (U_e/U)、 U_e ：侵食速度、 U ：平均流速）と Overall Richardson 数の関係を示したものである。なお結果は試料 A については含水比 300 ~ 400 % と試料 B の含水比 300 % のものが示されている。また図中の直線は侵度流の連行に関する実験より得られている関係式 ($U_e/U = 0.0015 Ri^{-1}$) である。これより Richardson 数の小さい領域、すなわち底泥の含水比が大きいかつ侵食が非常に激しい（流速が大きい）部分において、侵度流の連行現象と同様の挙動を示すものと考えられる。しかしながら低含水比の底泥や、Richardson 数の大きい範囲では連行現象では説明が困難なようである。

今後やはり多種類の底泥について実験を行ない、詳細な検討を加えて行きたい。

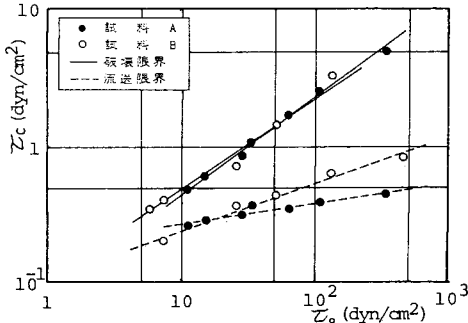


図-3

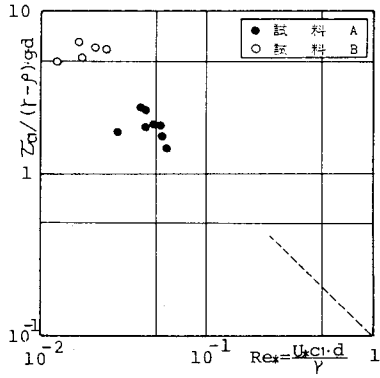


図-4

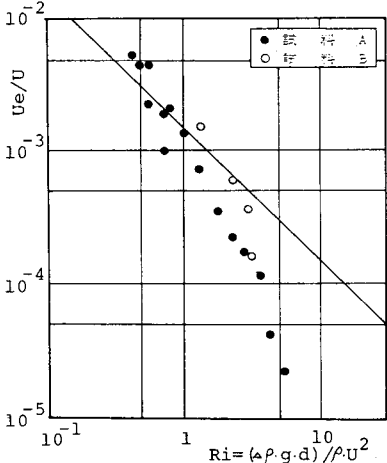


図-5