

大阪大学工学部 正 員 ○村岡浩爾

同 大学院 学生員 赤井新也

同 工学部 学生員 大木博文

序 市街地河川における有機性底質汚泥(いわゆるヘドロ)の流送特性は、渾水による排除、浚渫、汚濁解析のための重要な基礎知識となる。ヘドロは微細粒かつ粘性土性であるため、細砂としての漂砂現象と同様に扱うことはできず、また都市河川は一般に感潮河川であるため、流送と沈殿の繰り返しに伴って堆積層の構成とその有機的、物理的特性が時間とともに変化する複雑な機構をもつものである。更にヘドロは場所によって異なるものであるから、流送特性を一般的に把握することはまず困難である。したがってここでは基礎研究として、一地点の現地採取汚泥についての流送現象を、限界停流特性までの段階で実験したものである。

1. 初期堆積汚泥の定義 実際河川の流水中における流送の対象となる汚泥堆積層の構成とその表面状態は不明である。しかし市街地河川では潮汐振動による停流時があり、微小な流れがあってもそのために底質汚泥が活発に動き得ない状態も含めれば、この時間はいくつ時間程度はあると考えられる。この時間中に河床に沈降し得ない微細な浮遊粒子はいわゆる wash load であって今回は対象外とする。したがって、停流時の堆積状態が初期堆積汚泥であって、実験でもこれを再現する必要がある。

2. 堆積実験 汚泥採取は神崎川三島幹線排水路合流点付近で、大潮時の干潮をぬらって水際線付近で採る。日常的な河川流で流送される層厚を考慮し、

資料	採取期	含水比	最終堆積層	最終水深	備考
A	S.46.5	117%	9.7 cm	15.3 cm	2実験の平均
B	S.46.1	72	9.2	20.3	—
C	〃	〃	6.3	23.2	—
D	S.46.3	—	—	—	流送実験のみ

採取層は約 20 cm とし、できるだけ多量(一回に 0.3~0.5 m³)を採取する。これを 5 mm のふるいにかけてゴミを除去した後、混合汚泥を実験容器(1 L x スリッパ、および 20 x 20 x 35 cm 透明容器)に入れ、水を注入してよく攪はんしその沈殿を観察する。このときの諸量は表に示す通りで、堆積面の時間的变化は図-1に示す。攪はん放置後数分にして堆積面が現われ、およそ一時間まではその沈下が著しい。それ以後は沈下は極めて緩慢で、その頃から堆積上面に表層と定義する数 mm の明確な薄い層が観察される。その下は中層のヘドロで、資料によっては最下部に主として砂質の下層を形成する。この表層は現地

河川でも観察される。在水深の大きい河床では観察不可能であるが、前述の初期堆積汚泥の考え方からすれば、ほぼこれに近い状態であろうと推察される。なお一連の実験は、採取時から約 2 週間以内で遂行され、大量の資料をよく採ればこの期間で汚泥の特性は変化しないことを確認した。

3. 汚泥分析 流送実験に必要な資料として二三の汚泥分析結果を述べる。特に堆積実験の結果生ずる表層は流送現象に大き

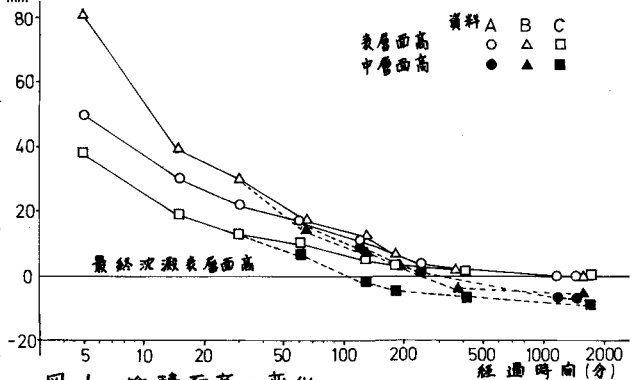


図-1 堆積面高の変化

な影響を及ぼすので、表層を含む上部2cm層の表、中層汚泥と、資料全体の混合汚泥とに分けて比較した。その結果、比重、強熱減量については図-2に示す通りで、これより明らかに表、中層汚泥は有機物の多い比重の小さい材料で構成されていることがわかる。次に H_2O_2 処理汚泥についての粒度分布を図-3に示す。混合汚泥については74 μ m以上はふるい分けによって、それ以下は沈降試験によって見かけの粒径を求めた。

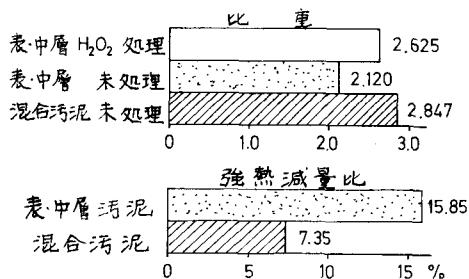


図-2 汚泥分析結果

表、中層汚泥はすべて74 μ mふるいを通過する特徴をもち、みかけの粒径は 10^{-3} cm付近に集中している。

4. 流送実験 実験水路は長さ17m、幅30cm、深さ35cmで、今回の限界掃流実験では水路中央部の約1m区間に汚泥を堆積させ、側面から流況を観測する。堆積の方法は堆積実験と全く同じ方法と水路において再現し、最終堆積厚は10cm、上部流水の水深は10~15cmの範囲で実験する。流送実験は堆積経過

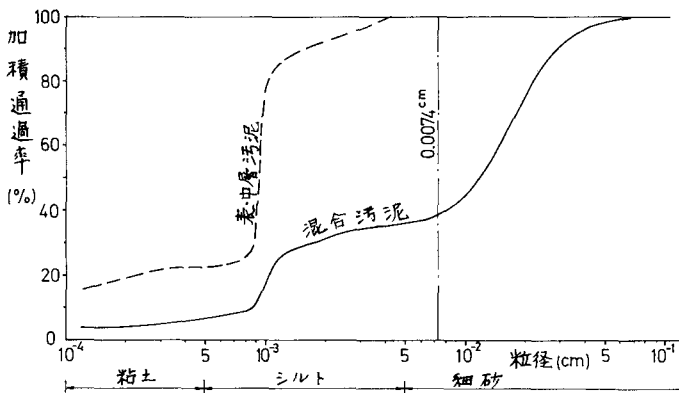


図-3 汚泥の粒度分布(資料 A)

時間1~24時間を数段階に分けて行ない、その都度新しいヘドロによって堆積させている。表層汚泥の掃流は極めて特徴あるもので、限界流速時に突如として表層が全面にわたってはがれ出し黒色の泥雲となって底面に沿って流下する。この状態を限界掃流時とした。泥雲は表層が全部洗掘されるまで続き、そこで一旦流送は落ちつく。こうとき堆積面は中層が露出してあり、これについても

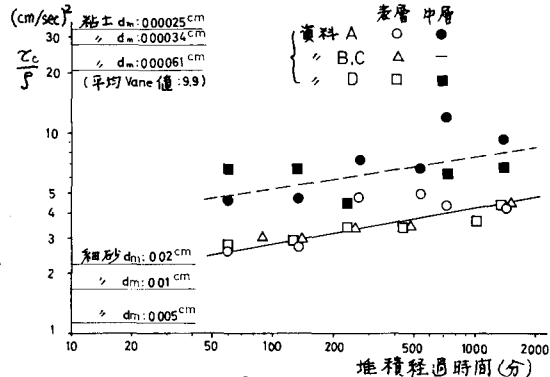


図-4 汚泥の限界掃流力

流速を更に上げると限界時にはほぼ表層と同様に掃流が始まる。このように表層と中層では明らかに流送特性が異なり、これを限界掃流力 c_c で整理したのが図-4である。同図には、微細砂の限界掃流力を岩垣公式によって、粘土のそれは北大の実験結果¹⁾によって併示している。これによれば、表、中層汚泥は両者の中間的な値を示し、その流送機構の複雑さを示唆している。なお、限界時の流速は表層については22~30 cm/sec、中層については30~48 cm/secであった。

結論 表層の限界掃流力はヘドロ採取の時期に拘らずほぼ一定の特性を示した。堆積経過時間は一時間を超える時間については顕著な変化はない。今後神崎川各所のヘドロについても確かめる必要があり、流泥量や浮遊物質濃度、およびそれに関連する分析試験等を行なう予定である。

参考文献 1) 岸、山口、武内：流れによる粘性土の洗掘破壊と水路の限界流速，第22回年講，土木学会，昭42。