

感潮河川域における底泥の堆積に関する研究

福岡大学工学部 学生会員 ○宮市 哲 福岡大学工学部 正会員 山崎惟義  
 福岡大学工学部 正会員 渡辺亮一 福岡大学工学部 非会員 安井 顕

1. はじめに

感潮河川における底泥(ガタ土)の堆積は、水質環境問題のみならず、河道断面積の減少による流下能力の低下を引き起こし大雨時の洪水の原因となっている。このため、定期的に河岸に堆積した底泥を除去し洪水時の計画流量を維持しているのが現状である。これらの問題を解決するためには、河道断面上のどこに、どれだけの底泥が堆積するのかを定量的に予測し、あらかじめ河道断面形状を予測する手法を確立することが必要である。しかしながら、感潮河川域における懸濁物質の沈積特性および底泥層の形成過程は非常に複雑な要因が重なり合った非線形現象であるために、その現象を定式化し、定量化していくことは容易ではない。そこで本研究では、感潮河川域における底泥の堆積過程を解明していくことを目的とし、底泥の堆積に関する室内実験を行った結果、底泥の堆積特性とせん断強度について若干の知見を得たので報告する。

2. 実験に用いた試料および方法

実験に用いた試料は佐賀県新川で採取した。その物性値は真密度2557kg/m<sup>3</sup>、含有有機物量10.4%、中央粒径16μmであり、粒度組成は粘土分約83%、シルト分約16%、砂分約1%で地盤工学での三角座標分類では粘土に属している。実験に用いた試料懸濁液は密度1025kg/m<sup>3</sup>の塩水で調整し、所定の濃度とした。

2. 1 堆積実験

図1は底泥堆積実験装置の概略である。実験時、試料調整タンクより懸濁液を平面上0.5mまで注入し静置(圧密過程)する。3または12時間時間静置した後一定速度で排水(排水過程)し、底泥面が干出した状態で3または12時間時間放置(収縮過程)する。これらの操作を繰り返すことによって擬似的に感潮河川域の状態を再現した。干出時に底泥堆積厚さをポイントゲージを用いて測定し、12周期終了

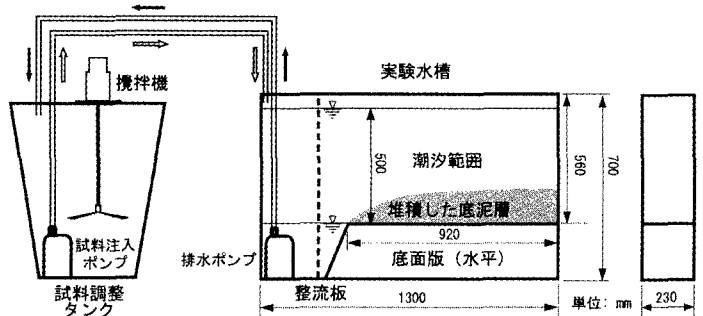


図1 堆積実験装置概略

後に所定の地点において底泥のサンプルを50mlのシリンジで採取して底泥層内固体分率の空間分布を求めた。

2. 2 せん断強度試験

縦24cm×横43cm×奥行き35cmの水槽に仕切り板を立て、一方に懸濁液注入して所定の日数静置する。所定の時間静置した後、上澄み液を排水し形成された底泥層を破壊しないように仕切り板を取り外す。この時、底泥は自重でせん断破壊する。この様子をビデオカメラで録画した後、パソコンの画面上でせん断面を確定してカラムに分割する。せん断破壊後に採取した試料からその場の底泥層内固体分率分布を求め、せん断強度と固体分率の関係を各カラムごとに算出した。

3. 実験結果・考察

3. 1 堆積実験について

図2は12時間周期実験の底泥形成過程と層内固体分率の空間分布を表している。この図から、9周期までは潮汐周期を繰り返す毎に底泥層が厚くなっていく様子がわかる。しかしながら、9周期目を過ぎた辺りから一旦形成された底泥が先端部分において破壊され、一周期前よりも低くなる様子が観察されている。これは、底泥層が成長していく際に、先端部の柔らかい部分が落潮時のせん断破壊によって破壊されたためであると考えられる。この後、せん断破壊された部分に再び底泥が堆積していき、先端部分が十分に強固になった時点でさらに成長していくと推察される。また、実験終了時の底泥層内固体分率分布から、各地点における固体分率分布形状は相似形であり、先端部分に近づくにしたがって表面部分の固体分率が大きくなっていくことがわかる。これらのことから、底泥層の成長速度はその場の固体分率とせん断強度の関係に応じて決まるものであり、一定値を示さないことがわかった。底泥の成長過程を解析し堆積速度を予測していくためには、これらのことを

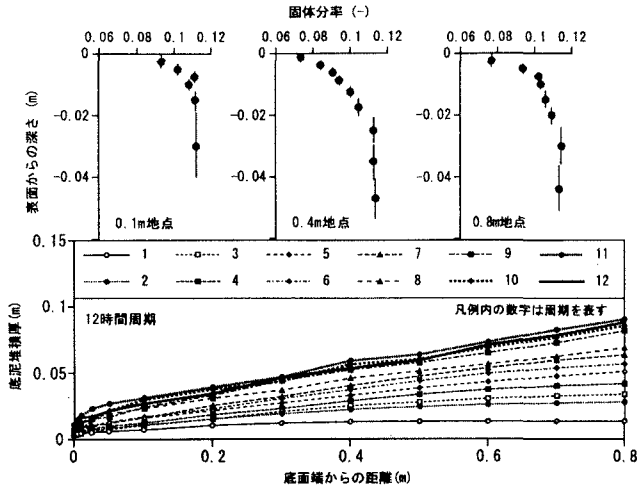


図2 底泥層内の固体分率鉛直方向分布(上)  
底泥の堆積状況(下)

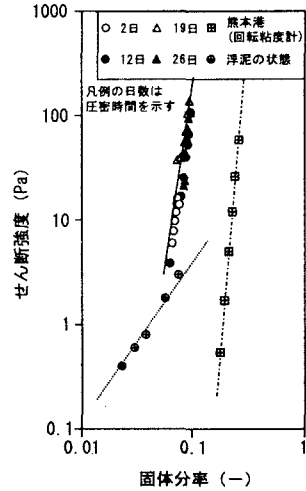


図3 セン断強度と固体分率の関係

考慮したモデルを構築し、固体分率とせん断強度の関係を明らかにする必要がある。

### 3. 2 セン断強度試験について

図3は底泥の固体分率とせん断強度の関係を示している。この図より、固体分率とせん断強度は両対数軸上で直線関係にあることがわかる。図中の熊本港のデータ<sup>1)</sup>は回転粘度計を用いて測定された底泥の降伏値をもとにプロット(一点破線)している。一般的に、回転粘度計を用いて求めた底泥のせん断強度は過小評価されがち<sup>2)</sup>であるとされており、今回の実験結果からもその傾向が現われている。また、浮泥の状態での値(点線)は、傾斜底面上を流れる浮泥の実験値から算定した値である。この図から、固体分率とせん断強度の関係は、底面上に形成された底泥が非常に柔らかい状態(潮汐周期の初期段階)では浮泥の状態から算定された値に近いと考えられるが、周期を重ねていくにしたがって底泥層内の粒子構造が複雑化し、最終的に図中の実線に漸近していくと考えられる。この実線部分の関係をフラクタルの概念<sup>3) 4)</sup>を用いて整理すると式(1)の関係となる。

$$\tau = 10^{10.6} (1 - \epsilon)^{8.33} \quad (1)$$

ただし、式中の $\tau$ はせん断強度、 $1 - \epsilon$ は固体分率を示している。また、この時のフラクタルの次元は2.76である。

### 4. 今後の課題

以上の実験結果から、感潮河川における底泥の堆積は主に三つの過程から構成されていると考えられる。すなわち、圧密過程(停潮時:満潮)・せん断破壊過程(落潮時)・収縮過程(干潮時)の三つである。今回の解析結果から得られた式(1)を用いることでせん断破壊過程をシミュレートすることが可能となった。また、圧密過程に関しては楠田ら<sup>5)</sup>の解析手法を用いることによってシミュレートすることができる。今後、上記の三つの過程を適切な仮定を用いてモデル化し、底泥の堆積シミュレーションを行っていく予定である。

### 参考文献

- 1) 鶴谷広一、中野晋、鷹濱潤:回転粘度計による底泥の流動特性の検討、港湾技研資料、No.556、1986。
- 2) 楠田哲也、二渡了、古賀憲一、粟谷陽一:改良型同心円筒回転粘度計による粘土懸濁液の流動特性の測定、衛生工学研究論文集、第21巻、91-99、1985。
- 3) C.Kranenburg :The Fractal Structure of Cohesive Sediment Aggregates, Estuarine Coastal and Shelf Science, vol39, 451-460, 1994。
- 4) L.M.M.erckelbach, G.C.Sills and C.Kranenburg : Laboratory experiments on consolidation and strength of bottom mud, in Coastal and Estuarine Fine Sediment Processes, W.H.McAnally and A.J.Metha (eds), Elsevier Science, 201-213, 2001。
- 5) 楠田哲也、古賀憲一、粟谷陽一:汚泥の沈降濃縮に関する研究、土木学会論文報告集、第294号、59-71、1980。