

岩手大学工学部 学生員○柳橋 巧
正 員 海田 輝之
正 員 大沼 正郎

1. はじめに 半閉鎖水域に推積している底泥が、水質に多大な影響を及ぼしている。本研究においては、底泥が巻き上げられることに焦点を絞り、その機構の解明を目的としたものである。同様の研究は、以前より多く行なわれてきている。しかしながら、含水比、底泥温、水温、有機物含有量、粒度組成、限界掃流力等、解析にあたっての要因が多く、複雑であるため、明確な機構解明が行なわれていないのが現状である。本研究においては、以上の観点に基づき、一定の含水比の下における初期底泥厚及びせん断応力の変化による、底泥の巻き上げ量、速度、持続時間、含水比等が受ける影響に関して、実験的検討を行なったものである。

2. 実験装置及び方法 実験装置の概略を Fig-1 に示す。水路は、アクリル製の循環式可変勾配開水路で、全長 6m、幅 20cm、下流部に、試料を敷くための凹部を有する。凹部は、長さ 2m で、深さは、最大 8cm まで調整可能である。初期底泥厚に関する実験は、含水比調整済みの試料を凹部に一様に敷き、所定のせん断応力下で行なった。通水時間は 2 時間とした。採水は、LOWER TANK にて経時的に行ない、メンブレンフィルター（孔径 $0.1\mu\text{m}$ ）を用いて SS を測定した。更に、通水終了後、コアサンプラーを用い、層ごとに、残留底泥を採取し、鉛直方向の含水比の分布を求めた。初期底泥厚は、1, 2, 3, 5, 8 cm の 5 種類とし、その各々について、3

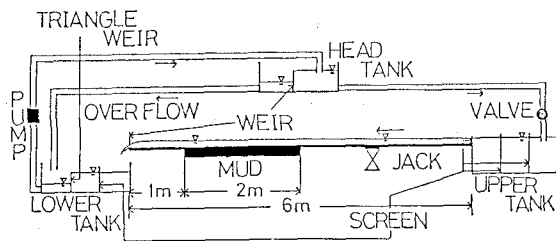


Fig-1 実験装置

種類のせん断応力 $0.4, 0.324, 0.272\text{N/m}^2$ に行なった。又、せん断応力を変化させる実験においては、初期底泥厚を 5cm とし、継続時間は 4 時間とした。測定項目は、上記と同様である。試料としては、カオリン（Engelhard ASP 600, 比重 2.66, 平均粒径 $0.64\mu\text{m}$ ）を塩水（並塩を使用, 比重 1.025）で調整したものを用いた。なお、実験にあたっては、含水比 $460 \pm 5\%$ 、水温及び底泥温は $10 \pm 2^\circ\text{C}$ の条件下にて行なった。

3. 実験結果及び考察 τ が 0.4N/m^2 で初期の底泥の厚さ（以下 H とする）を変化させた場合の SS の経時変化を Fig-2 に示す。SS は実験開始直後に急激に巻き上がり、その後増加速度が徐々に低下し、各 H に応じて一定値になっている。この一定値になるまでの時間は H が大きくなる程長くなり、巻き上げが長時間持続している。又、他の τ の時も同様の傾向を示した。これらは、試料が砂粒の場合と根本的に異なる点である。Fig-3 は、H と最終 SS 値との関係を τ をパラメーターとして示したものである。同一の H の場合、勿論 τ の大きいほうが最終値は大きくなっている。又、同一の τ の場合、H が大きい程最終 SS 値は大きくなるが、H に比例せず、H が大きくなるに従って最終 SS 値は一定値に落ち着く傾向を示している。Fig-4, 5 には、Fig-2 の $t=0$ での勾配から得た初期巻き上げ速度 E と無次元せん断応力 $(\tau - \tau_0) / \tau_0$ 、（ここで τ_0 は、巻き上げの限界せん断応力であり、本研究の場合 $\tau_0 = 0.11\text{N/m}^2$ である）及び H との関係を示す。これらより、同一の H の場合には、E はこれまでの実験と同様 $E = A \cdot \{(\tau - \tau_0) / \tau_0\}^n$ で表わされ、n の値はほぼ 2 程度になることが確認された。又、同一の τ の場合、H が厚くなれば E は大きくなるが、Fig-3 で示した最終 SS 値と同様に H には

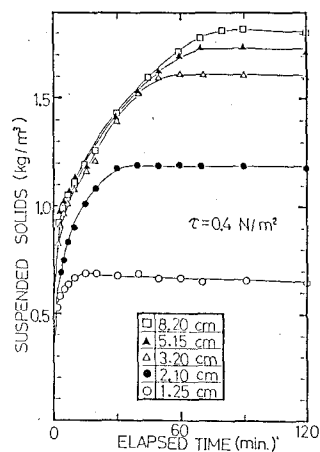


Fig-2 SSの経時変化

比例していない。次に、Fig-6 に実験終了時の鉛直方向の含水比の分布を示す。破線で示したのは、実験時と同じ水深で2時間静置した時の含水比分布である。これより、下層部の含水比は、ほとんど同じであり、圧密の影響がみられるが、上層部は、流水下の方が低くなっており、下層部よりも低い場合もある。又、最表層部の含水比は τ が同じであれば H にかかわらずほぼ一定である。このことより、巻き上げが停止する一因として表層部の硬化現象をあげることができる。次に、限界せん断応力以下の $\tau = 0.1 \text{ N/m}^2$ で2時間通水した後、 $\tau = 0.4 \text{ N/m}^2$ で更に2時間通水した場合と、2時間静置後 $\tau = 0.4 \text{ N/m}^2$ で2時間通水した場合のSSの経時変化をFig-7に示す。SSはほぼ同じであり、また、2時間後の底泥の鉛直方向分布もほとんど同じであった。

以上より、底泥がせん断作用を受けた場合に次のことが考えられよう。底泥は流水によるせん断と重力による圧密を受ける。しかしながら、底泥がビンガム流体の様に挙動することから、限界せん断応力以下の τ ではせん断の影響は無視してよいであろう。限界せん断応力以上では、底泥は巻き上げられ、それとともに、せん断歪による硬化を受ける。実験終了時の表層近くの含水比の低下や $\tau = 0.4 \text{ N/m}^2$ の場合、 H が8cmの場合1.5cm程度巻き上げられるが、1cmの場合でも半分程度は残存することから、圧密よりも、せん断歪の方がより大きく現象を支配していると考えられる。又、 H の大きい方が巻き上げの持続時間が長く、表層部の固体分率はほぼ同じことから、 H が大きくなればせん断が小さく、従って同一の含水比に低下するまでの時間が長くなることも考えられよう。

4. おわりに 本研究では、同一含水比、同一せん断応力下でも、初期の底泥の厚さが異なれば、初期の巻き上げ速度、巻き上げ持続時間、最終SS値が異なるというきょうみある結果が得られた。又、これらは、底泥の流動、底泥内でのせん断作用に密接にかかわっていると考えられ、今後、これらの点について理論化を行ないたい。

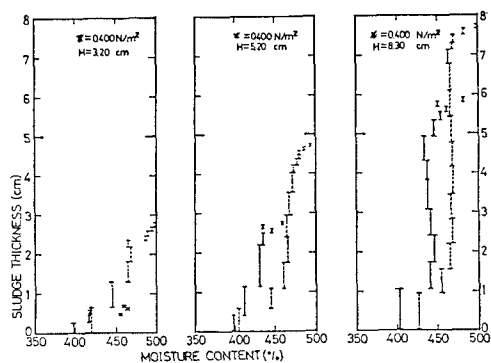


Fig-6 含水比の鉛直分布

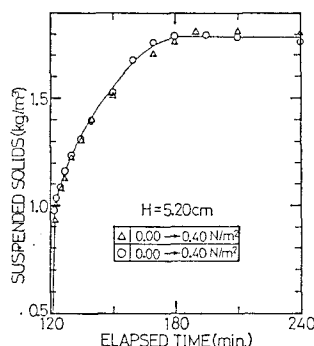


Fig-7 SSの経時変化

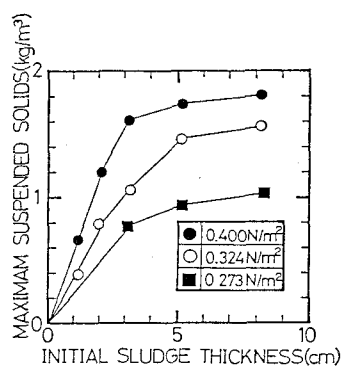


Fig-3 泥厚と最終SS値

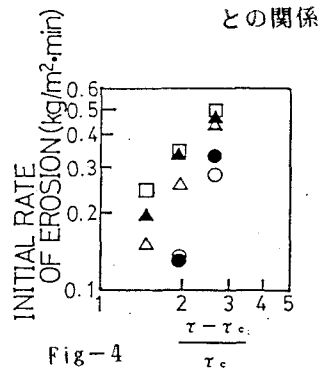


Fig-4 Eとせん断応力との関係

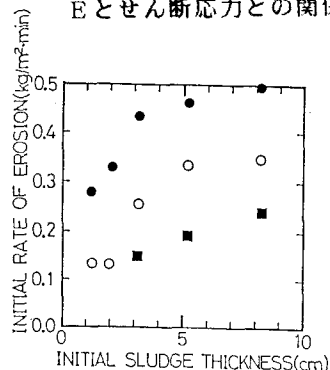


Fig-5 Eと泥厚との関係