

II-188 流れによる粘性土床の挙動に関する実験的検討

神戸大学大学院 学生員 渡邊 武志
 神戸大学工学部 正 員 神田 徹
 神戸大学工学部 正 員 神吉 和夫
 神戸大学大学院 学生員 宮本 正文

1. まえがき

底泥が厚く堆積している水域(河口部, 浅い湾など)で環境問題を考える場合には波や流れのもとでの底泥の挙動を知る必要がある。本研究では, 物性が底泥に類似する試料としてカオリナイトを用い, 流れによる粘性土床の挙動を観察した。さらに, 粘性土床から水中への巻き上げ現象に着目し基礎的に検討した。

2. 実験装置および方法

実験水路は図-1に示すように幅 20cm, 高さ 20cm, 直線部分が 650cmの開水路である。粘性土床は長さ 100cmで水路下流端から 250cmに設置した。実験方法は均一な含水比に調節してあるカオリナイトを粘性土床として敷き通水した。試料は1日以上経過したものを用い, 試料を敷く前に攪拌し, 初期含水比(W_0)は敷いた時点で採取し測定した。

3. 実験結果

3.1 粘性土床の挙動の分類

本実験で観察された粘性土床の挙動は次に示す3つに分類できる。①巻き上げが生じない。②筋状の巻き上げ。③界面波の発生。これらの現象が起こる条件を底面せん断応力 τ_0 および初期含水比 W_0 によって示したものが図-2である。各領域の特徴は次の通りである。

領域1 図中, ○印の領域で, この領域内では粘性土床は巻き上がらない。

領域2 図中, ▲印の領域で, この領域内では図-3に示すように微細な粒子が床面上を移動し巻き上がる。

これは, 粘性土床面を微細な粒子が移動して筋を形成しこの筋の先端から粒子が煙状に巻き上がるという一連の現象である。この様子を真上から見ると筋状に見え, その長さは4~5cm, 幅1~2mm程度である。筋は流れと平行に発生し, 初期含水比あるいは底面せん断応力の上昇とともに筋の数が多くなる。ここでは, 粒子の流送現象とその粒子の巻き上げという2つの現象が同時に起こっている。

領域3 図中, □印の領域で, この領域内では写真-1に示すように床面に界面波が発生する。底面せん断応力を増加すると界面波の個数が増加し碎波するようになる。ここの碎波とは界面波が流れ方向に成長し波の頭から倒れ込むように碎ける現象をいい, この碎波とともに巻き上げが生じる。さらに底面せん断応力を増加させると碎波は床面全体から生じるようになる。

また, 上記のある領域から他の領域への遷移の仕方は初期含水比により以下のように異なる。① W_0 が約160%以下

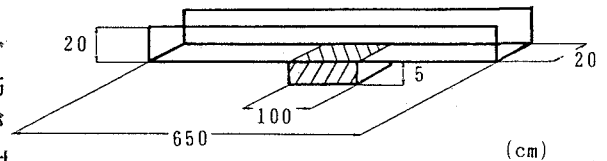


図-1 実験水路

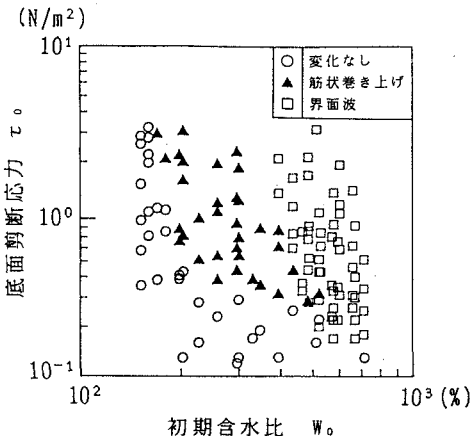


図-2 粘性土床の挙動の分類

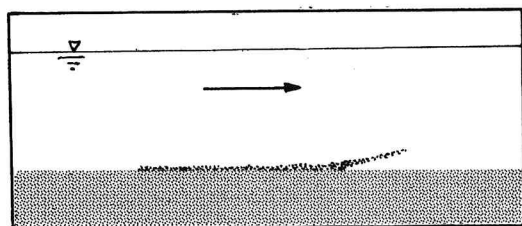


図-3 筋状の巻き上げ

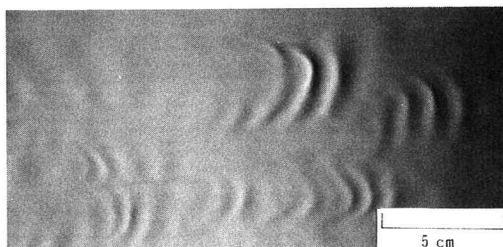


写真-1 界面波（砕波なし）

では底面せん断応力 τ_0 を増加しても巻き上げは生じない。② W_0 が 160～350%では τ_0 の増加とともに筋状の巻き上げが生じる。③ W_0 が 350～400%では τ_0 の増加とともに筋状の巻き上げが生じる。さらに、 τ_0 が増加すると床面全体から巻き上がる。④ W_0 が 400～500%では τ_0 が小さいとき筋状の巻き上げと界面波（砕波なし）が同時に存在する。 τ_0 の増加とともに界面波（砕波あり）の個数が増加し、さらに τ_0 を増せば床面全体に砕波が起こり巻き上がる。⑤ W_0 が 500%以上では τ_0 の増加とともに界面波（砕波あり）の個数が増加しさらに τ_0 を増せば床面全体に砕波が起こり巻き上がる。

3.2 界面波

本実験で確認された巻き上げ現象は筋状の巻き上げと界面波の砕波による巻き上げであるが、巻き上げ量は前者に比べ後者の方が非常に大きいので、ここでは界面波の砕波にともなう巻き上げに注目した。上述の領域3で観察される現象はさらに次のように3つに分類できる。① 界面波の数は 100cm²当り 1～3、床面全体では波長にバラツキがあるが一連の波は規則的である。それぞれの界面波は減衰し消滅する。界面波は砕波しない（写真-1）。② 界面波の数は 100cm²当り 3～5と①より多く、波長にバラツキのある波が重なり合い床面は不規則となる。界面波は成長し、いくつかは砕波する（写真-3）。③ 界面波の数は②より多く波の重なり合いにより床面はさらに不規則となる。界面波のほとんどが砕波し土粒子が巻き上がるため、真上から床面が確認できない（写真-2）。それぞれについて界面波の移動速度、波長、波の数をビデオカメラを用いて測定した結果を表-1に示す。波長は①,②,③ともバラツキがある。移動速度は①より②,③はわずかに速い。波の数は①,②の順に多くなっている。③はさらに多いと思われるが、ビデオカメラによる測定では正確な数はわからなかった。



写真-2 界面波（②）

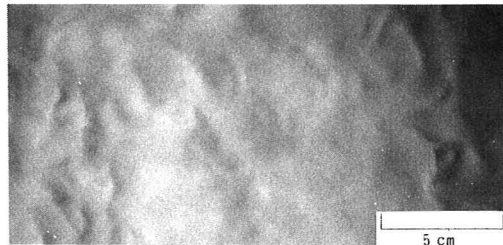


写真-3 界面波（③）

4. おわりに

本実験では流れによる粘性土床の挙動を分類し、実用上問題となると考えられる現象（界面波の砕波）について基礎的に検討した。今後、実験を重ね、界面波の発生機構や界面波が砕波し床面が確認できなくなる限界（領域3の②と③の境界）などを調べていきたい。

表-1 界面波の特性

	移動速度 (cm/s)	波 長 (cm)	波の数 (1/100cm ²)
①	6～8	1.4～2.0	1～3
②	7～10	1.4～1.8	3～5
③	7～10	1.4～1.8	—