

流れによる粘性土床の挙動

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
 神戸大学大学院 学生員 渡辺 武志

1. まえがき

河口部や浅い湾などの底泥が厚く堆積している水域では、流れや波によって巻き上げられた底泥粒子により航路の埋没や水域の富栄養化といった現象を引き起こしている。その基礎実験を行なうにあたって、底泥は物性が複雑で扱いにくいので、本研究では試料としてカオリナイトを用い、まず通水時間や底面剪断応力が含水比に及ぼす影響を確かめ、さらに粘性土床の挙動を観察し、巻き上げ現象を基礎的に検討した。

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。実験は長さ50cmの粘性土床を水路下流端から50cmに設置した場合(実験Ⅰ)と長さ100cmの粘性土床を水路下流端から250cmに設置した場合(実験Ⅱ)の2種類で行なった。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 含水比の鉛直分布

巻き上げが生じない場合の含水比の鉛直分布の経時変化を粘性土床底面からの高さ別に示したものが図-2であり、同じく、巻き上げが生じない場合で底面剪断応力を変化させたときの含水比の鉛直分布を示したものが図-3である。図-2より、どの高さの含水比も、通水後わずかな時間だけ変化し以後はほぼ一定の値を示す。図-3においても、底面剪断応力の差が含水比の鉛直分布に及ぼす影響は小さいといえる。このような低い初期含水比(200%以下)の場合でも、通水により含水比が上昇し、巻き上がりやすくなると考えたが、上述の結果のように各深さで含水比は一定値をとり、巻き上げが生じるほどの含水比上昇はなく、巻き上げ現象は観察されなかった。

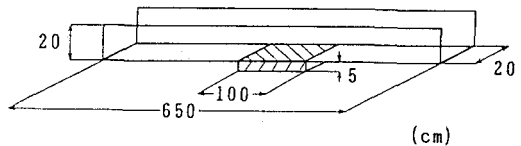


図-1 実験水路

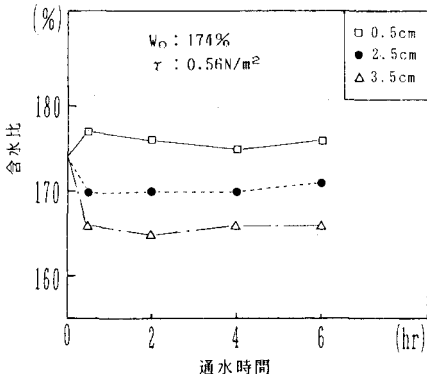


図-2 含水比の経時変化

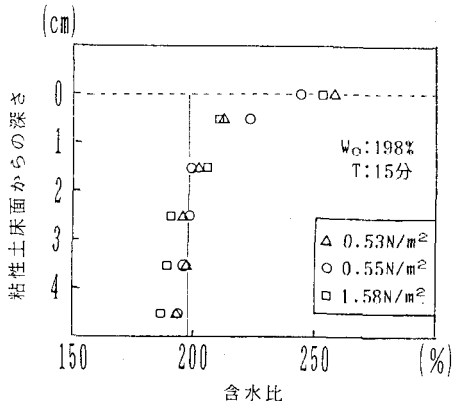


図-3 含水比の鉛直分布と底面剪断応力の関係

Tohru KANDA, Kazuo KANKI, Masafumi MIYAMOTO, Takesi WATANABE

3.2 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剪断応力および含水比によって示したものが図-4である。各領域の特徴は次の通りである。

領域 1 この領域内では粘性土床は巻き上がらない。

領域 2 この領域内では、写真-1に示すように床面上を移動する微細な粒子が連続的に巻き上がる。これは、粘性土床面を微細な無数の粒子が移動して筋を形成し、この筋の峰から粒子が煙状に巻き上がるという一連の現象である。これを真上から見れば筋状に見え、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、含水比の上昇、あるいは底面剪断応力の上昇とともに筋の数が増える。この巻き上げ現象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。このとき、床面の低下はごくわずかである。

領域 3 この領域内では、写真-2に示すように床面に界面波が発生する。底面剪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。ここでいう碎波とは、界面波が流れ方向に成長し波のあた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。さらに底面剪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。

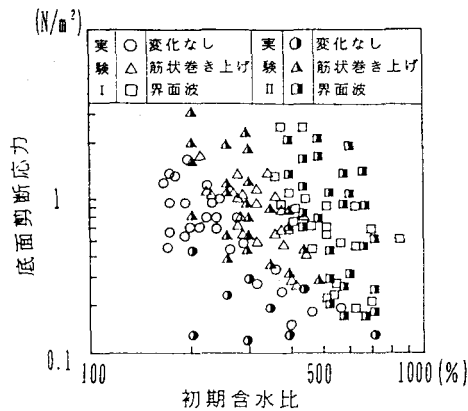


図-4 粘性土床の挙動の分類

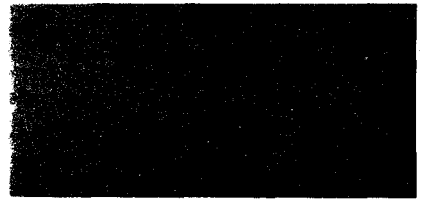


写真-1 筋状巻き上げ

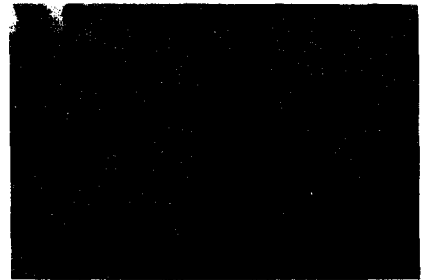


写真-2 界面波(碎波あり)

3.3 粘性土床の挙動の遷移

巻き上げを上記のように分類したが、ある領域から他の

領域への遷移は以下のように含水比に関係する。① W_0 が

200%までは τ_0 の増加による巻き上げは生じない。② W_0 が

200~350%では τ_0 の増加とともに筋状巻き上げが生じるが、

界面波は発生しない。③ W_0 が350~400%では τ_0 の増加とともに筋状巻き上げが生じる。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 が小さいとき筋状巻き上げと界面波(碎波なし)が同時に存在する。その後、 τ_0 の増加とともに界面波(碎波あり)の個数が増加し、最後には、床面全体から巻き上がる。⑤ W_0 が500%以上になると τ_0 の増加とともに界面波(碎波あり)の個数が増加し、最後には、床面全体から巻き上がる。

4. あとがき

本実験では、低い含水比の場合において通水条件が含水比変化におよぼす影響は小さいことを確認した。また、粘性土床の挙動を分類した。今後、巻き上げ現象をさらに詳しく調べる必要がある。