

II-653

水流により生ずる水・泥界面の波について

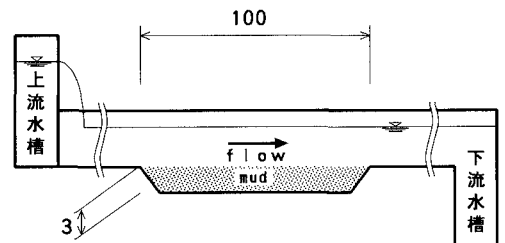
三 重 県 正員 前川 元軌
神戸大学工学部 正員 神田 徹
鹿 島 建 設 正員 笹 真

1. まえがき

河口部、湖沼、湾などに堆積した底泥は、吹送流や潮汐等によって巻き上げられ、有機物や栄養塩類が水圏へ移動することにより、水域の汚濁・富栄養化といった問題を引き起こす。このような問題の解明には、流れや波の存在する場での底泥の挙動を予測する必要がある。本研究では、一方向流れのもとでの底泥の挙動を明らかにするために、底泥材料としてカオリナイトを用いて水路実験を行い、界面波の発生条件、界面波および底泥表面流速の諸特性に関する検討を行った。

2. 実験装置および実験方法

実験水路は図-1に示すような矩形断面開水路で、深さ3cm、幅20cm、長さ100cmの凹部を水路下流端から250cmの位置に設けている。均一な含水比に調節したカオリナイトをこの凹部に敷き通水した。泥表面に発生する界面波の波速、波長、峰幅、および波の数は、ビデオカメラによる映像の解析により算出した。界面波の発生は規則的ではないので、以下のデータは30秒間の平均値を示してある。また凹部中央地点で測定した水・底泥界面の底泥流速を泥表面流速とした。



水路幅：20cm

単位：cm

図-1 実験水路

3. 実験結果

3.1 界面波の発生・砕波

実験で観察された界面波は、以下の3形態に分けられる。①界面波に砕波が認められず、発生してからある程度まで成長すると減衰し始め、ついには消滅する。②砕波した界面波と砕波していない界面波の両者が存在する。また、砕波とともに波の峰から巻き上げが生じる。③界面波はすべて砕波し、多量の底泥が巻き上げられ下流へ流送される。また、泥表面せん断応力のさらなる増加により不規則な波が発生し始める。

これらの各形態は、底泥の初期含水比 W_0 と泥表面せん断応力 τ によって図-2のような領域で生起する。

図中△印は上記の①、●印は②、×印は③の界面波のプロットである。この図から、界面波の発生限界および砕波限界を示す泥表面せん断応力の値はともに初期含水比の増加に伴い減少することがわかる。

3.2 泥表面せん断応力と界面波の関係

界面波の波速、波長、峰幅、および中央部20cm×20cmあたりに存在する界面波の数について、泥表面せん断応力 τ との関係を示したものが図-3～図-6である。上記の③の界面波は砕波による底泥の巻き上げのために映像で確認しにくい場合もあったので、データ数が少なく、値も若干ばらつく傾向がある。

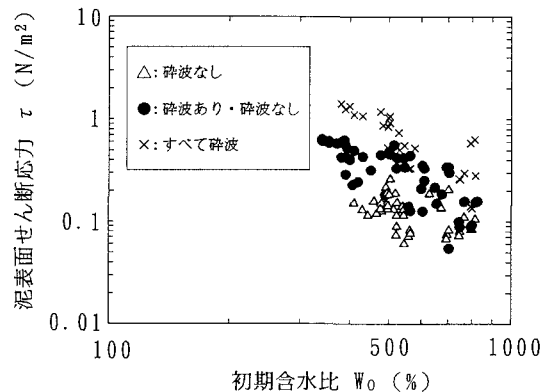


図-2 界面波の形態の変化

図-3より、界面波速

は泥表面せん断応力 τ の増加に伴い増大する。

また、プロットが△印から●印へ変化すると
ころに変曲点の存在が認められる。つまり、

砕波が始まることにより界面波速の増加率は

減少する。図-4より、

波長は τ の増加に伴い減少する傾向があるが、

砕波による影響は明確には認められない。図

-5および図-6より、峰幅および界面波の数は

砕波なしの領域では τ の増加に伴い増大し、

$\tau = 0.2 (\text{N/m}^2)$ 付近でピーク値をとるが、砕波のある領域では τ の増加に伴い減少する傾向がある。このように、砕波の発生を境に界面波の特性に変化が生ずる傾向が認められるが、これは砕波による界面波のエネルギーの逸散と関係していると考えられる。

3.3 泥表面流速について

界面波の撮影と同時に泥表面流速を計測した。泥表面流速と泥表面せん断応力 τ との関係を示せば図-7のようであり、泥表面流速は界面波速と同様に τ の増加に伴い増大し、砕波の発生によりその増大傾向が変化する。そこで、界面波速と泥表面流速の30秒間の平均値をとってその関係を示したものが図-8である。界面波の形態が△印から●印、さらに×印へと変化するにつれて泥表面流速、および界面波速が増大する。また、泥表面流速は界面波速のおよそ1/5～1/3の大きさである。

つぎに、泥表面流速の時系列 ($\Delta t = 0.4 \text{ sec}$)、および泥表面流速測定地点を通過する界面波の波速を・印で示したものが図-9である。界面波速と泥表面流速の変動に類似する点があり、泥表面流速の微小な変動は界面波の通過、および波速の変動に影響されるところがあると思われる。

上記のことから、泥表面流速の平均的な大きさは泥表面せん断応力 τ に関係し、微小な変動は界面波によって引き起こされるものと考えられる。

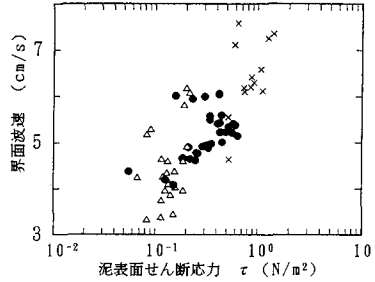


図-3 界面波速

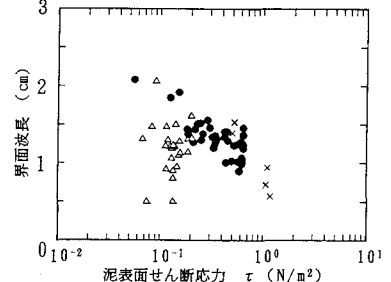


図-4 界面波長

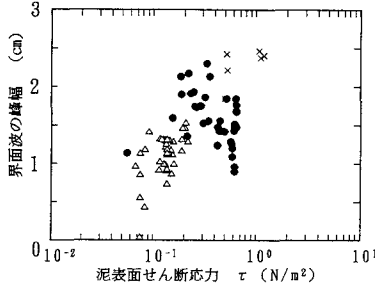


図-5 峰幅

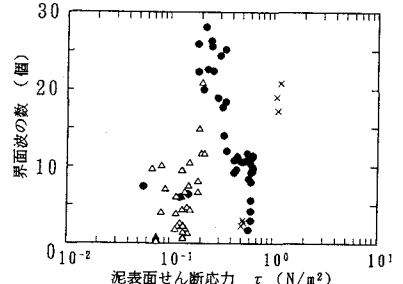


図-6 界面波の数

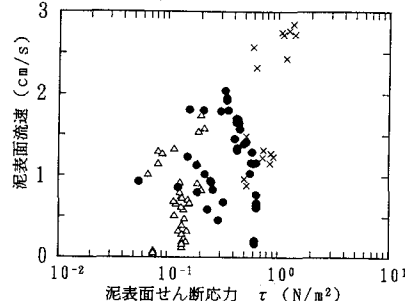


図-7 泥表面流速と泥表面せん断応力との関係

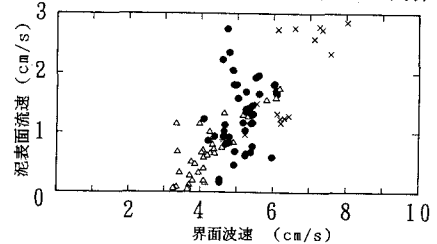


図-8 泥表面流速と界面波速との関係

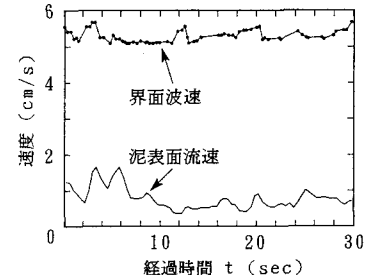


図-9 速度時系列