

京都大学工学部

京都大学大学院工学研究科

京都大学防災研究所

京都大学防災研究所

学生員 ○灰井 宏平

学生員 大和 剛

正会員 吉岡 洋

フェロー 高山 知司

1. はじめに

波浪や潮流により海底の底質が輸送され、航路や泊地などの水域施設が埋没する問題が、特に海外で深刻化している。埋没の原因が砂の場合は、わが国でも多くの事例がありその対策にも実績があるが、微細な土粒子の場合は、その埋没機構について十分わかっていない。また、底質が工場廃液や生活廃水などで汚染されている場合、海底に堆積した栄養塩の再浮遊による汚染域の拡大などの問題がある。そこで本研究では、大阪湾の現地泥を用いて巻き上がりに関する水理実験を行い、波作用下での底泥の巻き上がり特性の把握を目的とする。また、本実験で用いた超音波ドップラー流速計（以下、ADV：図-1）が出力する反射強度〔dB〕から濁度〔mg/l〕の推定が可能かどうか両者の相関関係の検出を試みる。

2. 実験概要

2.1 反射強度と濁度の相関関係の検出

ピーカー（容積 5l）に、あらかじめ量を計っておいた水と泥粒子を入れ、スターラーを用いて均一に攪拌しながら ADV により反射強度を測定した。

2.2 巻き上がり実験

実験試料には関西国際空港 MT 局付近で採取された底泥(黒色のシルト質、粒径: 0.01mm 程度, 含水比: 121%) を用いた。実験水路は長さ 50.0m×幅 1.0m×高さ 1.5m で片側ガラス面の 2 次元造波水路を用い、水路中央に凹部をつくり底泥で満たした(図-2)。泥の表面を平滑にしてから水路に水を入れ、ADV の測定領域が底面から約 1cm になるようにセットし、規則波(周期 2 秒、波高 6~14cm) を作用させた。水深は 0.5m に設定した。

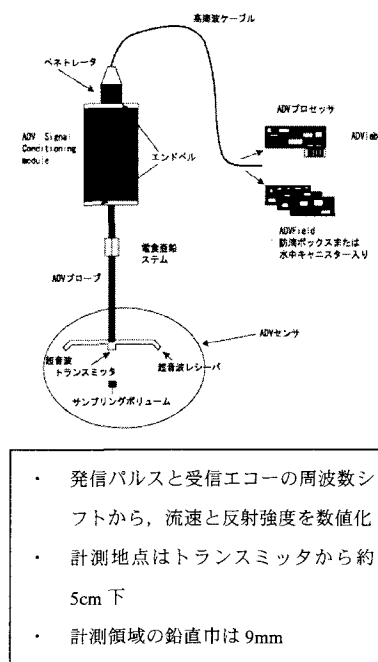


图-1

3. 実験結果と考察

3.1 反射強度と濁度の相関関係

ADV が出力している反射強度データ E は、dB で表される SN 比であり、受波強度 I とノイズレベル N との比の対数の 10 倍である。

$$E = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{N} \right) \quad (1)$$

受波強度 I は濃度 T に比例するが、濁度がゼロでも、水や側壁の反射などの影響があり、受波強度はある小さな値を持つので、受波強度と濃度の関係は式 (2) のようになる。

$$I = \alpha(T + T_0) \quad (2)$$

αT_0 が濃度 0 の時の受波強度で、 T_0 は懸濁質の反射以外の受波強度に相当する見かけの濃度である。代表的な実験値を

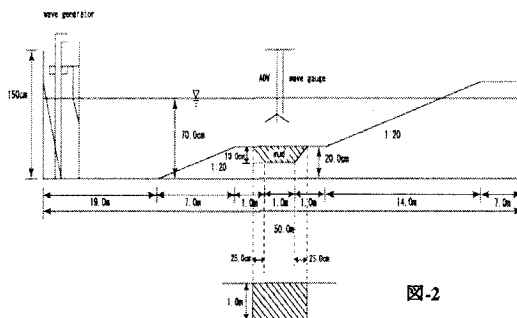


图-2

代入することにより、反射強度（E）から濃度（T）を求める式は、次のようになった。

$$T = \frac{N}{\alpha} 10^{\frac{E}{10}} - T_0 = \frac{1}{126} 10^{\frac{E}{10}} - 0.1 \quad (3)$$

式（3）を用いて、反射強度から濃度を推定した（図-3）。これより、反射強度と濁度（濃度）の間に良好な相関関係があることが確認できた。

3.2 巻き上がり特性に対する検討

白石ら（1999）の研究結果より、本実験で用いた底泥の限界せん断応力 τ_c を推定すると 0.57 [Pa] となる。式（3）を用いて、実験で得た反射強度から濃度を算定し、レイノルズ応力と平均濃度の関係を求めた（図-4）。レイノルズ応力が 0.5 [Pa] を越えた頃から濃度の分布に増加傾向がみられる。つまり、レイノルズ応力が泥の限界せん断応力を越えた頃から巻き上がりが生じたと考えられる。

また、本実験において、同じ周期・波高の波で繰り返し同様の実験を行った場合、計測される反射強度に違いが確認された。このとき、底泥の表層部において硬化現象が進行していくのが目視により観察された。図-5 は周期 2 秒・波高 8 cm の波を作用させた場合である。

3.3 泥の性状

底泥の巻き上がり現象に最も影響を及ぼす因子として、泥の性状が挙げられる。砂と泥の巻き上がり現象における挙動の違いは、砂と泥の性状の違いが大きく関係している。既往の巻き上がりに関する実験において、そのほとんどは採取した試料を均一に攪拌して含水比を調整したもの（攪乱試料）で行なわれている。しかし、土の性質を決定する基本要素には土の構造があり、実際の海域に存在する不攪乱状態の底泥は一般に種々の粒径粒子が混合した状態で組織を構成しており、一度練り返されると、これらの微粒子間の結びつきが破壊され強さが減少する。したがって、底泥の限界せん断応力の値は攪乱試料よりも不攪乱試料の方が大きくなるので、底泥の巻き上がり特性を解明するには、攪乱具合を考慮に入れた泥の強度に関する指標が必要である。

4. あとがき

底泥の巻き上がり特性を解明するために、底泥の性状（粒径・粘性・含水比などの底泥自体の性質や、底泥の表面の形状や状態などの底泥がおかれた地形条件など）に対する検討と、実際の海域における流れ場の把握が課題であると考えられる。

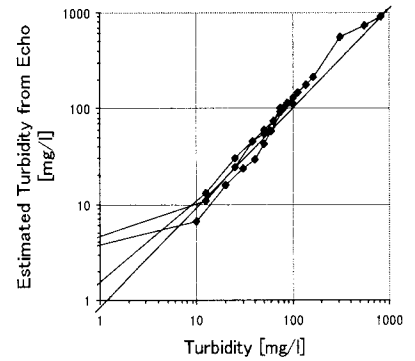


図-3

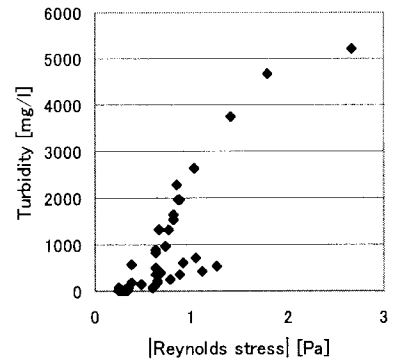


図-4

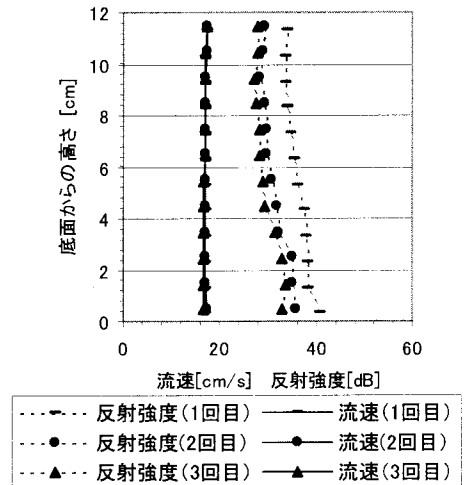


図-5