

1. はじめに 最近の海岸構造物には、海環境の防災ばかりでなく、水質の浄化などの付加的機能も期待されるようになってきた。曝気(エアレーション)現象は、水質の浄化に大きな役割を果たすことが知られている。本研究では、高い曝気効果が期待される海岸構造物として縦スリット式構造物に注目し、曝気現象に大きく関わっていると考えられる混合領域規模の測定と若干の解析を行った。ここで、「混合領域¹⁾」とは、縦スリット式構造物近傍に染料を投入した際に、構造物による乱れの影響で短時間内に染料が均一に拡散する領域を指す。その領域内の染料拡散は分子拡散とは明らかに異なると考えられるものである。

2. 実験 領域内拡散に大きな影響を及ぼしていると考えられる構造物周辺の流速を測定し、また染料拡散実験によって混合領域の規模を測定した。実験には長さ20m、幅0.5m、深さ0.5mの水槽を用いて規則波を作用させた。水深は常に30cmで一定とし、縦スリット壁としては一辺が2.5cmの正方形断面柱体列(開口率 0.24)を用いた。実験は、スリット壁背面の不透過壁の有無、波周期を2ケースとする合計4ケースで行った。流速は水槽幅の中央で測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 染料拡散実験 染料を縦スリット壁の両側にほぼ瞬間的に投入し、経時的な染料の拡散状況を測定した。図1に

示すように、縦スリット壁沖側では各ケースとも縦スリット壁から1~2m付近までは拡散速度が大きく、徐々に拡散速度は小さくなり、4~5m付近になると極めて小さくなっている。ここでは、この4~5m付近までの領域を「混合領域」と考える。なお、領域内の拡散速度は、波の周期が短い時ほど速いことも明かである。

3.2 正規化流速の分布 各測定点における水粒子速度の水平成分の岸向き最大値を、微小振幅波理論による水面での水粒子速度水平成分の最大値 $u_{max}(=(H/2)(gT/L))$ で正規化(正規化値 = u_m)し、

データを整理した。正規化流速分布の実験値と理論値の比較の1例を図2に示す。各測点で実験値は、理論

曲線とほぼ一致し、混合領域のメカニズムに流速の分布は関わっていない事が推察できる。

3.3 乱れ強度 各測点におけるデータより、各位相瞬間流速と各流速波形の同位相平均流速の差 u' を求め、二乗平均値 $\sqrt{\overline{u'^2}}$ として乱れ強度の分布を求めた。その位相変化の分布の例を図3に示す。縦スリット壁近傍では乱れ強度の値が大きくなり、また位相変化にも乱れが生じていて、縦スリット壁の影響を強く受けている事がわかる。ただし、縦スリット壁よりある程度離れれば乱れの位相変化はほぼ同じとなり、混合領域規模との相関はみられない。

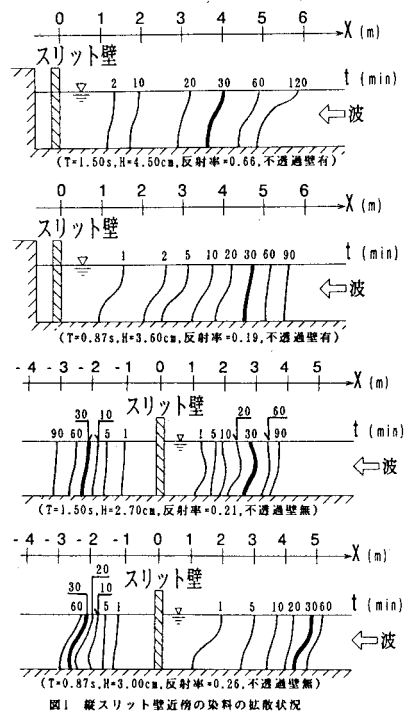


図1 縦スリット壁近傍の染料の拡散状況

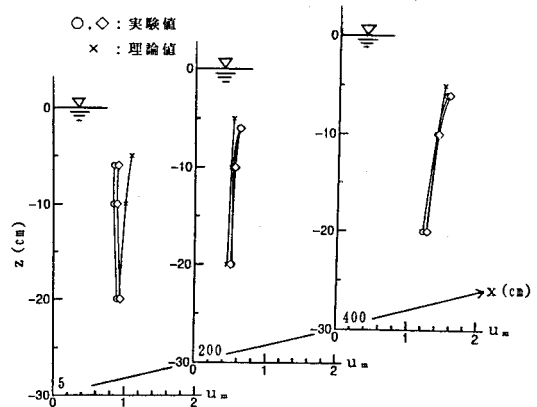


図2 岸向き流速の分布 (T=1.50s, H=4.50cm, 反射率=0.66, 不透過壁有)

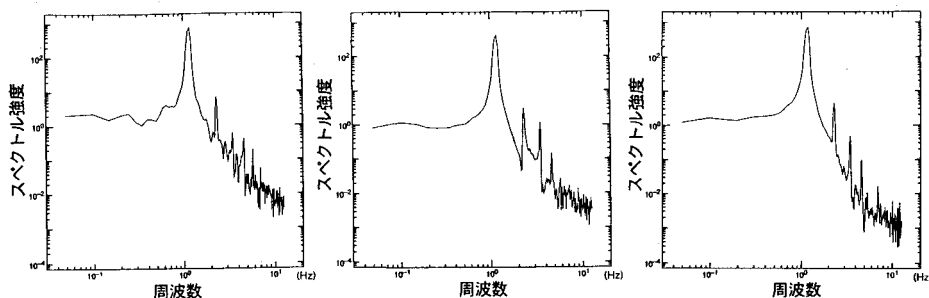


図4 スペクトル強度の分布 ($T=0.87s, H=3.60cm$, 反射率 $=0.19$, 不透過壁有)

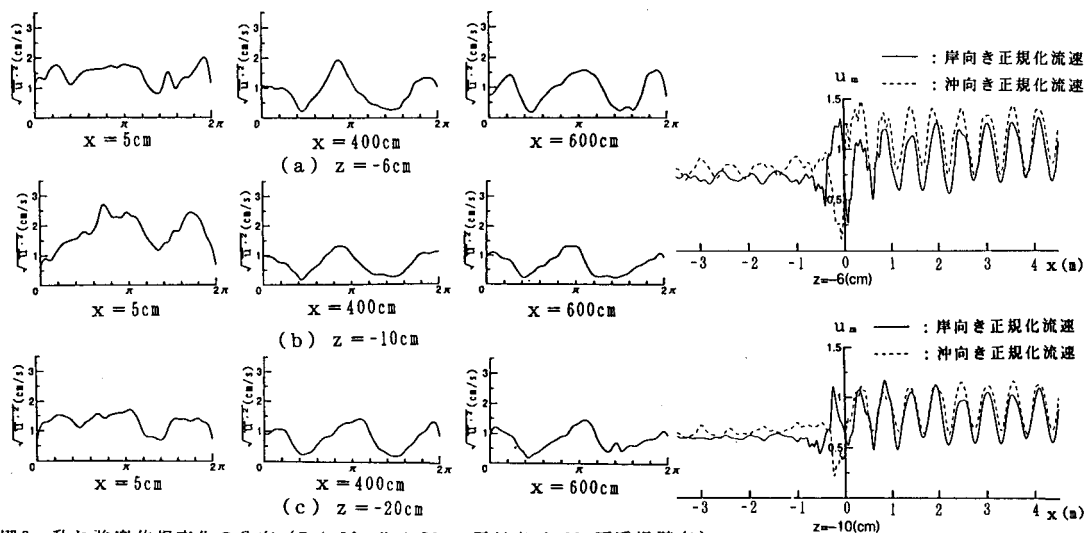


図3 乱れ強度位相変化の分布 ($T=1.50s, H=4.50cm$, 反射率 $=0.66$, 不透過壁有)

3.4 スペクトル解析 流速データからFFT法を用いてスペクトル強度を計算した。図4にその分布の一例を示す。図に示されるように、どの測点においても高周波領域を除けばスペクトル波形はほぼ同じ形状となっており、ここでも混合領域規模との相関はあまりみられない。

3.5 岸・沖向き正規化流速の分布 各測定点での岸向きおよび沖向きの正規化流速を求めてその分布を図化した(図5にその一例)。図5によれば、特に水面に近い測点において、縦スリット壁の極めて近傍の沖側では沖向き流速が大きく卓越し、逆に岸側では岸向き流速が大きく卓越している。このことは、当然のことながら縦スリット壁からのジェットの影響によるものと考えられるが、岸・沖向き流速の流速差の向きが混合領域内の拡散の方向と対応していることにより、結局、この速度差が混合領域の規模を決定づける大きな要因となっているものと考えられる。

4. まとめ 予想されたように、縦スリット壁近傍の流況は壁の強い影響を受けている。しかし、その影響は壁近傍に限られ、混合領域の大きさとの相関はほとんどみられなかった。しかしながら、壁近傍での岸・沖向き流速における差は非常に大きく、結局、この流速差が混合領域の規模決定に大きな要因となっていることが推察された。今後、これに基づいた理論的考察を加える予定である。なお、本研究に関わる経費の一部は地球環境財団より援助を受けた。謝意を表する。

参考文献 1)角野ほか：海岸工学論文集第39巻(2)，1992。2)堀江ほか：港研資料，No.573，1987。

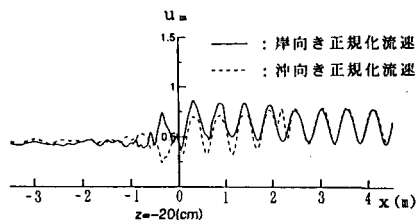


図5 岸・沖向き流速の分布 ($T=0.87s, H=3.00cm$, 反射率 $=0.26$, 不透過壁無)