

武藏工業大学

○塩澤孝洋 久保田崇仁 熊倉孝雄

長岡 裕

1.はじめに

近年ウォーターフロント等の開発により、沿岸域における良好な水質環境の創出が求められるようになり、海岸構造物による水質浄化機能が注目されるようになった。構造物内部に付着した微生物による浄化効率は構造物内部の物質輸送に依存する。本研究では透過性堤防内部の分散係数および流速を実測することにより、その機構解明を試みた。

2. 実験概要

2.1 実験装置

実験は幅60cm、長さ26mの造波水路を用い、造波装置より18.2mの位置に直径7.5cmの発泡スチロール球を536個積み重ね（空隙率44.5%）堤防とした。実験条件はTable 1に示す通り（T:周期、H:入射波高、h:透過波高、K_r:透過率）で容量式波高計を用い、ゼロアップクロス法により算出した。

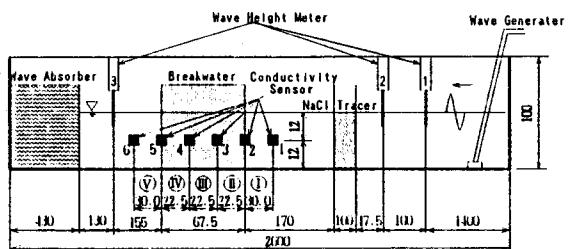


Fig. 1 Schematic view of experimental setup (cm).

2.2 実験方法

(1) 分散係数の測定

導電率測定センサーは、3.0cm×3.0cm×0.1cmの銅板を用いて自作し、Fig. 1に示すように堤防上流側、下流側、堤内に各2箇所、計6箇所設置した。実験は、エタノールで比重調整した塩水を堤防上流側に設けた柵に投入し、波を起こすと同時に柵を開け、各センサーにおける導電率の変化をFig. 2に示した導電率測定システムにより測定した。Case1～Case3は5秒間隔でリレーを切り換え、Case4～Case7では3秒間隔でリレーを切り換えた。また波動による濃度変動の影響を考え、5秒間隔、3秒間隔のCaseともに1間隔内で5回サンプリングし、平均値を計算した。分散係数の算出には、堤防内の物質輸送を一次元分散現象として取り扱い、一次元フィック型拡散方程式に初期、境界条件を与えて得られた式を用い、各センサーの導電率出力をフィッティングすることにより算出した。

(2) 流速の測定

流速測定は、Fig. 4に示すように後方散乱型レーザードップラーレ流速計(L.D.V.)を用いて周波数100Hz、サンプル数4096で行い、測定後にパソコンにより流速データの解析をした。測定ポイントは、Fig. 4に示した隣合うセンサー間の中央部(I, II, III, IV, V区域)で水路底面より120mm、水路壁面より75mmおよび37.5mmの

Table 1 Experimental condition.

Case	H (cm)	T (s)	h (cm)	K _r (%)
1	8.9	0.7	1.0	11.5
2	2.1	2.0	0.6	28.1
3	2.6	2.7	0.8	30.2
4	4.0	1.1	0.9	22.9
5	3.4	1.1	0.8	23.8
6	2.4	2.8	0.9	35.6
7	1.3	2.8	0.5	38.6

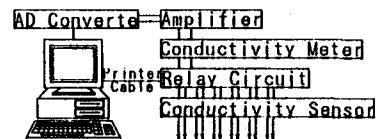


Fig. 2 A system for conductivity measurement.

地点で測定した。流速データは FET (高速フーリエ変換) を用いてスペクトル解析し、波動成分分離法¹⁾を用いて、波の平均パワーを各成分波の寄与に分解し、波の主成分と乱れ成分に分離した。波の主成分としては0.1~1Hz付近にある波動による突出部を与え、その他を乱れ成分とした。

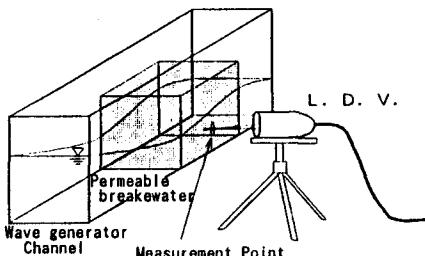


Fig.3 Schematic of velocity measurement.

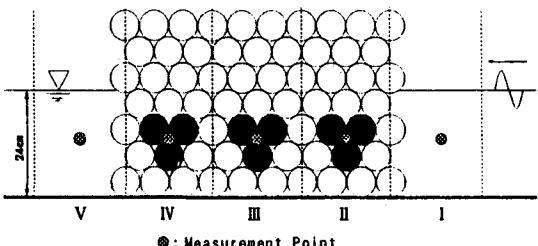


Fig.4 Measurement point of velocity.

3. 実験結果

3.1 物質輸送状況

Case1, Case3の導電率変化の様子をFig.5, 6に示す。上流側センサーより導電率が順に上昇し、上流から下流方向に物質輸送が行われている。入射波高の大きな場合(Case 1)には、導電率の変化は急激な上昇を示し、ピークに達する時間が短い。逆に入射波高の小さな場合(Case 3)には、導電率は緩やかに変化しピークに達するのに時間がかかる。以上のことにより物質輸送は入射波高の大きな場合のほうが盛んに行われることがわかる。

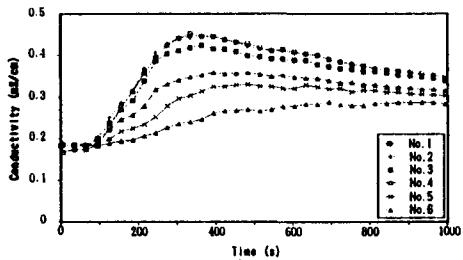


Fig.5 Change of conductivity in the permeable breakwater ($H=8.9\text{cm}$, Case1).

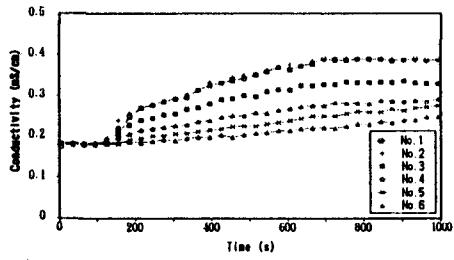


Fig.6 Change of conductivity in the permeable breakwater ($H=2.6\text{cm}$, Case3).

3.2 流速の測定結果

Case1の各区域における流速変動の様子とスペクトル解析結果をFig.7, 8, Fig.9, 10にそれぞれ示す。流速データ、スペクトル解析結果から、堤内で流速が減衰して行く様がわかる。また、水路壁面より75mmの地点では波の成分が顕著に表れているのに対し、水路壁面より35.7mmの地点では乱れ成分のみが示されている。入射波(I), 透過波(V)のスペクトルと堤内(II, III, IV)のスペクトルを比較すると、1~10Hz周波数帯で堤内では乱れが存在するのに対し、入射、透過側では、0.1~1Hz付近で波成分が特出している。堤防内部の流速変動の2乗平均値と分散係数の関係をFig.10に示す。

4. 考察

堤防内部における流速変動の2乗平均値と分散係数の関係は、データ数が少なく値にばらつきが生じてしまっている。²⁾流速変動には、波の成分と乱れ成分が混成しているため、波の主成分と乱れ成分を分解した。結果をFig.12に示す。しかし、データの不足によりばらつきが生じた。

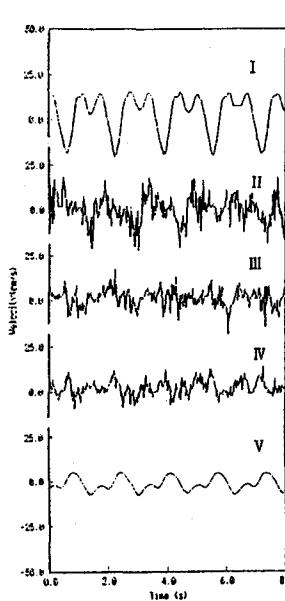


Fig.7 Data of
velocity
fluctuation
(37.5mm, Case1).

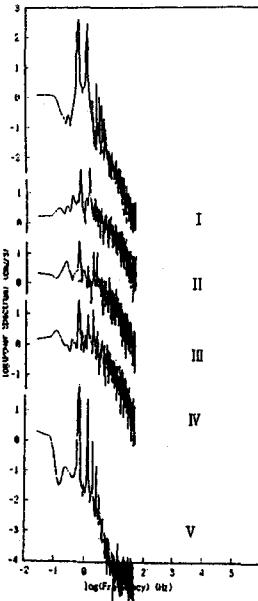


Fig.8 Spectrum of
velocity
fluctuation
(37.5mm, Case1).

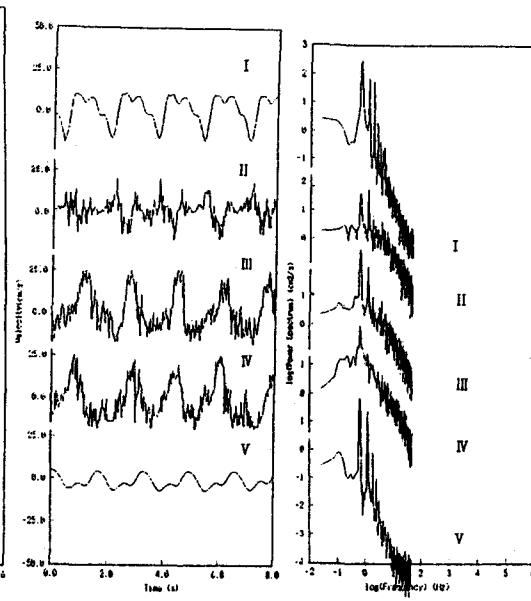


Fig.9 Data of
velocity
fluctuation
(75mm, Case1).

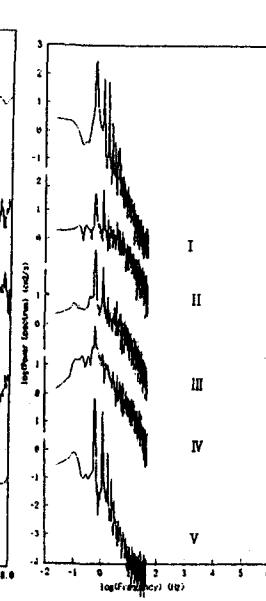


Fig.10 Spectrum of
velocity
fluctuation
(75mm, Case1).

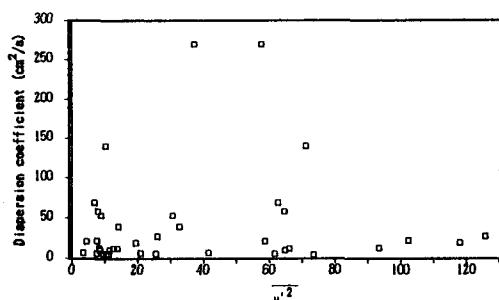


Fig.11 Relationship between $\bar{u}^{1/2}$
and dispersion coefficient.

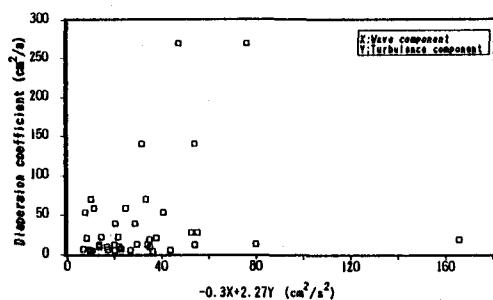


Fig.12 Relationship between $aX+bZ$
and dispersion coefficient.

参考文献

- 1) 青野利夫, 大橋正和, 服部昌太郎(1982)碎波による乱れ構造の実験的研究. 第30回海岸工学講演会論文集pp. 159~163.
- 2) 塩澤孝洋, 柴崎孝範, 御園生一彦, 長岡裕(1993)透過性堤防内部における物質輸送機構の解明. 第30回環境工学研究フォーラム講演集pp. 55~57.